Comprender cuáles han sido las condiciones que han estimulado el desarrollo de la industria electrónica en México y el mundo requiere de estudios multidisciplinarios que expliquen claramente los fenómenos globales que han propiciado el dinamismo y transformación constante de este sector. En particular, el hecho de que su crecimiento y evolución son resultado del surgimiento y vertiginoso avance de las redes globales de producción como ventaja comparativa en su cadena de valor.

Con la publicación de **Condiciones y retos de la electrónica en México**, el Comité Editorial de **Normalización y Certificación Electrónica, A.C.**, busca apoyar al sector que le dio origen, aportando el conocimiento que permita a todos los involucrados avanzar hacia una comprensión profunda y fundamentada de las condiciones, problemática actual y retos sectoriales, regionales y tecnológicos que la electrónica en México debe enfrentar para reposicionarse en el escenario mundial.

El grupo de investigadores que contribuye a esta publicación, coordinado por los doctores Enrique Dussel Peters y Juan José Palacios Lara, presenta una revisión exhaustiva de la industria electrónica y señala la imperiosa necesidad de definir e instrumentar nuevas estrategias públicas y privadas, que permitan entre otros aspectos, satisfacer las expectativas de las empresas inversionistas líderes de red, que en su meta de globalización buscan la ubicación más rentable alrededor del mundo para la manufactura de sus productos; consolidar las operaciones ya existentes y la sustentabilidad del sector a largo plazo mediante la creación de una infraestructura adecuada y la preparación de recursos humanos capaces de abordar proyectos de mayor complejidad y valor agregado; y generar las condiciones que posibiliten el fortalecimiento de la competitividad de esta industria.

En consecuencia, esperamos ofrecer aquí no sólo una visión integral de un sector considerado estratégico para el desarrollo de nuestro país, sino contribuir en alguna forma a las tareas señaladas.

www.nyce.org.mx

ISBN 970-9841-01-7
9 789709 841015

Diseño de cubierta: L.D.G. Emilio Fernández León

Condiciones y retos de la electrónica en México

Enrique Dussel Peters
Juan José Palacios Lara
Coordinadores

NYCE MR
NORMALIZACION Y CERTIFICACION ELECTRONICA, A.C.

Condiciones y retos de la electrónica en México

Condiciones y retos de la electrónica en México

Enrique Dussel Peters
Juan José Palacios Lara
(Coordinadores)

DIRECTORIO

ING. CLAUDIO BORTOLUZ ORLANDI
Presidente del Consejo Directivo

ING. GERMÁN FLORES Y GÓMEZ
Director General

LIC. CARLOS PÉREZ MUNGUÍA
Presidente del Comité Editorial

LIC. IRMA ANAYA GONZÁLEZ
ING. MANFREDI CARNEVALE CANTONI
ING. LUIS CASCO HIDALGO
ING. SAÚL FLASCHNER ROSEMBERG
LIC. SAMUEL RODRÍGUEZ CALDERÓN
ING. ERNESTO SUÁREZ SPORT
Miembros del Comité Editorial

ISBN 970-9841-01-7

Primera edición, 2004
Normalización y Certificación Electrónica, A.C.
Av. Lomas de Sotelo No. 1097
Col. Lomas de Sotelo
11200 México, D.F.
México

Impreso y hecho en México

Índice

Prólogo ix
Introducción xiii

SECCIÓN 1: MÉXICO EN EL CONTEXTO GLOBAL

1. **Enrique Dussel Peters.** La industria electrónica en México y sus condiciones: la competencia con China en el mercado de Estados Unidos (1990-2003) 1
2. **Juan José Palacios Lara.** El Valle del Silicio Mexicano: orígenes, evolución y características del complejo industrial de la electrónica en Guadalajara. 35
3. **Dieter Ernst.** ¿Qué tan sustentables son los beneficios derivados de las redes globales de producción? Perspectivas de escalamiento de la industria electrónica en Malasia. 83
4. **Michael H. Best.** La experiencia de Malasia en la industria electrónica. 115
5. **Boy Lüthje.** Manufactura electrónica por contrato: producción global y la división internacional del trabajo en la era de Internet. 159

Sección 2: Experiencias regionales y tópicos puntuales

6. **Adrián de León Arias.** La dinámica productiva de la industria electrónica en una perspectiva regional en México (1985-1998). 195

7. **María Isabel Rivera Vargas.** Transferencia y aprendizaje tecnológico en el cluster de la electrónica en Jalisco: impacto y evolución. 213

8. **Raquel Edith Partida Rocha y Pedro Moreno Badajós.** Redes de vinculación de la Universidad de Guadalajara con la industria electrónica de la Zona Metropolitana de Guadalajara. 249

9. **Jorge Carrillo y Óscar F. Contreras.** Corporaciones transnacionales y redes de abastecimiento local en la industria del televisor en el Norte de México. 277

10. **Guillermo Labarca.** ¿Qué se puede aprender de los cambios en la educación y en la formación para el trabajo? Reflexiones para el diseño de políticas. 303

Sobre los autores 331

Prólogo

En el marco de la globalización en sus distintos órdenes, la industria electrónica desempeña activamente un carácter estratégico y fundamental, al ganarse un lugar como industria motriz que genera un efecto multiplicador en los demás sectores de la economía nacional, pues su dinamismo ha propiciado cambios dramáticos en todos los ámbitos del quehacer humano, en particular en los modos de producción material e intelectual, así como en la organización de los recursos. A tal punto, que de su propio desarrollo depende, en parte sustantiva, la atención eficaz de los retos que nos hemos impuesto gobierno, sociedad y, desde luego —como parte integrante de esta última—, los propios empresarios.

Bajo los auspicios de Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (NYCE), organización de tercera parte dedicada a actividades de normalización y evaluación de la conformidad con normas, que sostiene relaciones fraternas con la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones e Informática (Canieti) —la cual me honro en presidir con el respaldo invaluable de sus miembros y por su mandato—, culmina el esfuerzo que representa la edición de este libro.

Su objetivo general no es otro que el de reflexionar, de manera calificada y profunda, sobre las experiencias de la industria electrónica tanto en México como en el ámbito global, y, en este sentido, analizar las condiciones prevalecientes de la industria, así como sus desafíos, amenazas y oportunidades.

Es deseo de NYCE y Canieti que semejante iniciativa cumpla su cometido, por ello, como representantes del sector electrónico en México, celebramos su publicación.

La tarea de estudiar este importante sector de la economía ha sido desempeñada por investigadores del más alto nivel y prestigio. Ahora, es nuestro papel el considerar sus análisis y conclusiones como la base para construir en forma conjunta, con todos los actores, las políticas públicas y privadas que estimulen el desarrollo, crecimiento y consolidación de esta industria en nuestro país, tomando lo mejor de las experiencias que los autores nos comparten de regiones como Asia, Estados Unidos, Europa y el propio México, identificando aquellas estrategias exitosas instrumentadas en otras latitudes o bien aprendiendo de las que marcan las tendencias mundiales y que en un sentido nos dan la pauta para dirigir los esfuerzos hacia el incremento de la competitividad de este sector.

En ello radica una de nuestras mayores responsabilidades, a fin de contribuir al crecimiento económico del país, a la generación y a la consolidación de más y mejores empleos que remuneren a las miles de familias que dependen de esta actividad, y, de esta manera, a la mejora de los niveles de bienestar de los mexicanos.

Enhorabuena por NYCE que con esta obra —y como parte de su Misión de apoyar a las empresas de la rama electrónica, de telecomunicaciones y de tecnologías de información, en la comercialización de sus productos y servicios y en el incremento de su competitividad—, propicia un estudio detallado del sector que le dio origen, con el fin de coadyuvar a su crecimiento y consolidación.

Apreciamos sin lugar a dudas lo que este esfuerzo vale, porque México y sus generaciones futuras requieren de un país más competitivo. Felicidades.

Lic. María Teresa Carrillo Prieto
Presidenta del Consejo Directivo Nacional de Canieti

Introducción

La relevancia que la industria electrónica en México ha adquirido en las últimas décadas es evidente en las cifras. Durante el periodo 1988-2002 incrementó más del doble su participación en el PIB de la economía hasta alcanzar 3.61% en 2002, y representó cerca de 1% del empleo total, con niveles de productividad y remuneraciones muy por encima del resto de la economía. Adicionalmente, la electrónica en México se ha caracterizado por ser uno de los sectores de punta en su orientación exportadora, si bien con coeficientes altos y crecientes de importaciones.

En la actualidad, la industria electrónica es una de las actividades de mayor dinamismo en el mundo. No sólo juega un papel destacado en la generación de valor agregado y de empleo, sino que es una de las principales industrias que han permitido e impulsado el actual proceso de globalización, ya mediante nuevas y más rápidas formas de comunicación, ya gracias al aumento de la productividad en otros múltiples sectores. Sobresale, asimismo, por ser una de las cadenas de valor que mayor cantidad de segmentos productivos ha trascendido: inicialmente, hacia segmentos de bajo valor agregado vinculados al ensamble de partes y componentes, pero crecientemente también hacia los de actividades de investigación y desarrollo (I&D), diseño, y masivamente, hacia el segmento de software requerido. A primera vista, entre las consecuencias del auge en esta industria se cuenta el aumento significativo de la competencia entre municipios, regiones y países para atraer la inversión de esta actividad, así como la creación de los respectivos instrumentos administrativos que lo hagan posible.

Con base en este contexto general, el objetivo de este libro es exponer y analizar las condiciones del sector electrónico en México, identificar los retos que enfrenta y plantear con énfasis las propuestas para mejorar su competitividad. Cada uno de los diez ensayos que lo integran aborda una serie de temas específicos, tanto tecnológicos, sobre productividad y comercialización, como educativos y sobre las condiciones de la electrónica en segmentos y territorios en particular. La obra se divide en dos secciones; la primera expone las condiciones generales de la electrónica en México y las características de la electrónica en su dimensión global, incluyendo los cambios ocurridos en su organización industrial y algunas experiencias internacionales. La segunda sección reflexiona sobre experiencias regionales de la electrónica en México y analiza asuntos tan puntuales como la perspectiva educativa y la de sectores semejantes. Es común a todos los ensayos el esfuerzo particular por ofrecer propuestas concretas para el diseño y ejecución de políticas públicas y empresariales.

La primera sección inicia con las contribuciones de Enrique Dussel Peters y Juan José Palacios Lara sobre las condiciones de la industria electrónica en México y en la región metropolitana de Guadalajara, conocida como el Valle del Silicio Mexicano. Con base en información y entrevistas actualizadas, el primer capítulo destaca la estructura industrial de la electrónica en México y el desplazamiento que ha experimentado recientemente por parte de la República Popular China en su principal mercado de exportación, Estados Unidos. El segundo examina la evolución del conglomerado de Guadalajara, así como sus características actuales y el proceso de escalamiento por el que atraviesan desde el año 2000 tanto el conglomerado en su conjunto como las empresas que lo integran, delineando al final orientaciones de estrategia y de política para el fomento de la industria en este y otros conglomerados de la electrónica en el país, en el corto y mediano plazos.

Los otros tres capítulos restantes de esta sección profundizan en los cambios que se vislumbran en la actualidad para la electrónica, en términos globales y en determinados países. Dieter Ernst analiza los cambios en la organización de las redes globales de producción de la electrónica y la presión que sobre los proveedores ejerce la tendencia a modularizar la cadena de valor y transferir segmentos de la misma a escala global. El ensayo de Michael Best analiza en detalle la experiencia de Malasia con la industria electrónica, tal como hace parcialmente el documento de Dieter Ernst; propicia una detallada comprensión de sus condiciones y retos en temas como el fomento de empresas emprendedoras y redes abiertas, el apoyo a las capacidades de

producción y a la transferencia de tecnología, y el mejoramiento de habilidades. El último documento en esta sección, de Boy Lüthje, se concentra en la génesis global de un nuevo estrato de empresas, las de manufactura por contrato o CM, cuya integración a la cadena ha sido sorprendente dada la creciente lista de requisitos de las redes globales de producción y de las empresas de marca. Si bien no encabezan las respectivas cadenas globales, las CM integran la totalidad de procesos y servicios para conformación de productos finales: son el primer círculo de proveedores al que pudieran integrarse posteriormente otras empresas nacionales y extranjeras establecidas en los respectivos territorios.

La segunda sección del libro profundiza en experiencias regionales y específicas en México y América Latina. Adrián de León Arias, con base en los Censos Industriales practicados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de México, estima cuáles son las principales entidades federativas especializadas en electrónica y sus respectivas características, considerando variables como el PIB, el empleo y la productividad, entre otras. El análisis de María Isabel Rivera Vargas aborda la transferencia y el aprendizaje tecnológicos del agrupamiento de la electrónica en Jalisco a partir del análisis detallado de un grupo de tecnologías y empresas: la experiencia del desempeño del sector es importante, e incluye temas como el desplazamiento de empresas anteriormente establecidas y la falta de endogeneidad por parte de las existentes. Raquel Edith Partida Rocha y Pedro Moreno Badajós profundizan, para el mismo agrupamiento, en la experiencia concreta de la Universidad de Guadalajara; su trabajo permite comprender las condiciones específicas de oferta y demanda para el sector en esa región, así como los cambios que ha registrado la demanda de la industria electrónica. La experiencia concreta se propone como punto de partida para mejorar la planeación del vínculo entre la industria y la Universidad de Guadalajara, con miras a que resulte significativa para el agrupamiento en esa y en otras regiones de México.

El documento de Jorge Carrillo y Óscar Contreras observa las principales características de otro de los importantes segmentos del sector, la industria electrónica del televisor establecida en el norte de México. Con base en información y análisis actualizados, los autores enfatizan las implicaciones de que proveedores locales y nacionales se integren a estas actividades; las limitaciones parecieran incrementarse ante los cambios tecnológicos propios del sector y las decisiones corporativas de las empresas líderes. Guillermo Labarca señala las lecciones de vinculación entre el sector productivo y la educación,

destacando los cambios que ese nexo ha propiciado en América Latina, y específicamente en México. Aunque el tema es tratado en cada uno de los ensayos del libro, Labarca abunda en aspectos para el diseño de políticas y acciones, incluyendo información sobre los sistemas de certificación de competencias y la creación de fondos para la formación para el trabajo y la capacitación en el largo plazo, entre otros.

En suma, el libro en su conjunto permite conocer la dinámica y las condiciones de operación de la industria electrónica en México, así como los retos que enfrenta. Ilustra, además, la necesidad de tomar decisiones por parte de los sectores público y privado para asegurar en el corto, mediano y largo plazos su escalamiento (*upgrading*) hacia procesos de mayor densidad tecnológica y más alto valor agregado, y sobre esa base lograr una mejora constante en su competitividad.

Las perspectivas fundamentadas en propuestas exclusivamente micro o macroeconómicas resultan insuficientes ante la complejidad, dinamismo y rapidez en la organización, la logística, el desarrollo de procesos y el propio ciclo de vida de los productos electrónicos. Para lograr que el proceso de escalamiento y mejora continua se mantenga y se fortalezca, se requiere que tanto las entidades gubernamentales como las instituciones públicas y las organizaciones empresariales cobren plena conciencia de su compromiso y participen —con apoyos financieros y personal— en un esfuerzo que deberá desplegarse de manera sostenida, en el corto, el mediano y el largo plazos.

Aspiramos a que los conocimientos y experiencias vertidos en este libro sienten las bases para extender el análisis a otros segmentos y a otras regiones del país, con miras a afinar estrategias y políticas de desarrollo y fomento de esta industria en el futuro.

Enrique Dussel Peters
Juan José Palacios Lara

Sección 1:

México en el contexto global

1

La industria electrónica en México y sus condiciones: la competencia con China en el mercado de Estados Unidos (1990-2003)

Enrique Dussel Peters

INTRODUCCIÓN

Las exportaciones se han convertido, desde finales de los ochenta, en el motor de crecimiento de la economía mexicana; de éstas, las electrónicas adquirieron un papel significativo y de gran dinamismo desde los noventa. No obstante, desde finales de 2000 su dinámica se ha visto reducida sustancialmente, tanto en el mercado interno como en su principal destino, Estados Unidos. Diferentes condiciones en el territorio mexicano, así como la competencia directa con productos chinos, explican las tendencias en la competitividad de las exportaciones electrónicas. En este contexto, los objetivos del documento incluyen, por un lado, destacar la relevancia y características de la electrónica en México, y por otro, analizar la competencia de los productos electrónicos mexicanos en Estados Unidos, particularmente con productos chinos. La cadena de valor de la electrónica en el ámbito global, consiste de varios segmentos que serán analizados con mayor énfasis con el objeto de elucidar el desempeño previo, en relación con las actividades vinculadas a la industria de las computadoras personales o PC.

Para cumplir este propósito el artículo se divide en tres apartados. El primero aborda brevemente una serie de conceptos para comprender el proceso de globalización y la relevancia de la integración de territorios en segmentos específicos de cadenas de valor global, así como las características generales de la cadena de valor electrónica y de PC en el ámbito global. La

segunda sección analiza las condiciones de la cadena en México durante la década de los noventa y hasta 2004. Además de condiciones generales, el apartado hace énfasis en el desempeño exportador hacia Estados Unidos, los principales segmentos en los que se integra y los principales competidores, con especial atención al caso de China. El artículo culmina con un resumen de las secciones anteriores y una serie de propuestas de política para la electrónica y la industria de las PC en México.

1 Antecedentes: conceptos y la cadena de valor de la electrónica/PC

1.1 Algunos conceptos

Al menos desde los setenta, y con mucho vigor desde la década de los ochenta, el proceso de globalización ha permitido la transferencia de segmentos de cadenas de valor en muy diversos territorios. Este proceso ha generado un profundo proceso de subcontratación (*outsourcing*) a nivel global, liderado inicialmente por el sector productivo y posteriormente por las empresas distribuidoras y comercializadoras. Por un lado, ha propiciado que algunos territorios se especialicen en procesos de segmentos específicos de la cadena de valor: cultivo, proveeduría de materias primas, ensamble y subensamble, producción de partes y componentes, investigación y desarrollo, mercadeo, servicios posventa, etcétera. Dependiendo de la actividad particular, todos estos procesos requieren de diversos grados de comercio internacional, a fin de integrar tales segmentos a un producto o servicio final.

No obstante este proceso, desde los noventa se refleja adicionalmente el requisito de grandes clientes, en su mayoría vendedores al por menor, de integrar los procesos transferidos (Bair y Dussel Peters, 2004); es decir, a diferencia del periodo reciente anterior, estas empresas exigen que los subcontratistas se hagan responsables directa e íntegramente de los costos, inventarios, financiamiento, calidad, cantidad, insumos y del propio proceso de transformación, del empaque y envío al consumidor final. Estos procesos —conocidos como "paquete completo" (*full packaging*) y con características diversas, dependiendo del sector específico— hacen posible un mayor grado de integración y de apropiación de valor agregado por parte de los respectivos territorios, pero generan enormes nuevos retos —de índole tecnológica, organizativa interna y con otras empresas, logística, así como financiera, entre otras— para los propios subcontratistas y para los territorios donde se realizan estos procesos.[1]

A partir de la segunda mitad de los noventa, un grupo de autores (Humphrey y Schmitz, 2001) ha analizado la relevancia de la "eficiencia colectiva" —comprendida como la ventaja competitiva resultante de externalidades de economías locales y acciones conjuntas— para los respectivos territorios y su papel para comprender el comportamiento positivo de los agrupamientos o clusters. Schmitz (1997) argumenta que la eficiencia colectiva y la conformación de redes interempresa en territorios específicos es una de las características fundamentales para comprender su competitividad global. Recientes análisis (Humphrey y Schmitz, 2000) señalan que la integración al mercado mundial depende de diferentes tipos de gobernabilidades de las cadenas (*chain governance*): cuanto mayores son la verticalidad y el control de un reducido grupo de clientes y/o compradores, menor será el potencial de escalamiento (*upgrading*) local y de difusión y aprendizaje. Desde esta perspectiva, la generación de un proceso de "eficiencia colectiva", y no sólo de empresas individuales, no es parte necesaria de las trayectorias de diversos agrupamientos y distritos industriales, tal y como lo demuestra Rabellotti (1997) al comparar distritos industriales en Italia y México. Por el contrario, cuanto mayor sea el número de clientes y menor la dependencia de estándares impuestos por parte de las empresas líderes, mayores serán las opciones de integración, coordinación, cooperación, difusión, aprendizaje y escalamiento local e interempresarial; es decir, habrá mayor posibilidad de conformar un tejido territorial de redes interempresa.

Los aspectos anteriores son relevantes desde diversas perspectivas. En primer lugar, la integración de los territorios al proceso de globalización se lleva a cabo en segmentos de cadenas de valor agregado específicas, de la investigación y desarrollo (I&D) al subensamble de partes y componentes, dependiendo del tipo de cadena. El tema es de la mayor trascendencia, tanto para comprender las características territoriales de la cadena cuanto para proponer iniciativas de política económica, ya que el segmento espe-

[1] Para un análisis sobre el tema respecto de la industria electrónica, véase Ernst, 2003. El autor examina el proceso en la electrónica y el segmento de las PC bajo el concepto de "módulos", siendo que "ciertos elementos del proceso de diseño (mayoritariamente funciones rutinarias) se realizan con base en *commodities* y como procesos de rutina estandarizados o como un 'servicio' externo realizado por empresas subcontratistas especializadas" (Ernst, 2003: 8).

cífico determina el tipo de empresa y su tamaño, las actividades de I&D, los requisitos de financiamiento y tecnológicos, así como las opciones de generación de valor agregado y empleo y su respectivo escalamiento (*upgrading*), entre otras variables. Cualquier política que no considere estos aspectos —y se mantenga en un nivel general sin conocimiento de las especificidades de integración territorial— será poco útil e ineficiente en muchos casos.

Con base en lo anterior, y en segundo lugar, la estabilidad macroeconómica llevada a cabo en gran parte de América Latina y México será una circunstancia importante, en el mejor de los casos, pero no suficiente para generar condiciones competitivas para los segmentos territoriales específicos. Desde la perspectiva de la competitividad sistémica (Esser, Hillebrand, Messner y Meyer-Stamer, 1999; Meyer-Stamer, 2001), la competitividad y la generación de condiciones competitivas para el sector productivo y sus respectivos segmentos requieren de una batería de instrumentos: políticas territoriales, de capacitación, de difusión de tecnología y de procesos realizados por inversiones extranjeras; políticas de generación de capacidades; sistemas de incentivos en general, de fomento a las micro, pequeñas y medianas empresas; políticas de I&D, del marco regulatorio y de competencia, de incorporación de empresas proveedoras, y de la relación público-privada, entre otros (Chang, 2002; Dussel Peters, Galindo y Loría, 2003; Katz y Stumpo, 2001; Lall, 1999).

En tercer lugar, es importante ir más allá de planteamientos meramente macroeconómicos para el fomento de la competitividad, pero también de los determinantes microeconómicos de la competitividad planteados por Porter (1990) a inicios de los noventa. Tal como lo han señalado diversos autores, instituciones y corrientes conceptuales y el propio Porter (1998, 2000), en la actualidad la competitividad debe comprenderse en su dimensión sistémica (microeconómica, mesoeconómica, macroeconómica y metaeconómica) y territorial. Desde esta perspectiva, diversos autores han destacado la importancia de la competitividad en sus dimensiones de segmentos de cadenas de valor, sistémica y territorial (Dussel Peters, 2004b; Messner, 2002; Messner y Meyer-Stamer, 1994) con el objeto de comprender la racionalidad de los encadenamientos mercantiles globales y la creciente flexibilización productiva, las redes intra e interempresa, los requerimientos de competitividad de los segmentos de la cadena global, la calidad de las instituciones durante periodos de transición, particularmente desde los respectivos territorios y su población: ¿de qué servirían segmentos y/o cadenas globales competitivas

con territorios, sin opciones de integración y de escalamiento[2] al mercado mundial, y con efectos negativos en la generación de empleo, salarios reales, consumo e inversión, así como en el PIB y el PIB per cápita? Diversas experiencias territoriales-sectoriales destacan en el analizado proceso de globalización, la creciente importancia del desarrollo de capacidades en tecnología y de diseño de productos, más que la especialización en la manufactura y ensamble de los mismos (Ernst y Lüthje, 2003).

Con base en este análisis, es posible afirmar que el proceso de globalización y sus efectos socioeconómicos y territoriales puede generar procesos de endogénesis territorial, o en otros casos, un proceso de polarización, tanto en términos absolutos como relativos. La capacidad de los territorios de endogenizar los procesos y segmentos de cadenas mediante los que se integran al mercado mundial son de la mayor trascendencia en tópicos como el desarrollo tecnológico y la I&D, su difusión, la generación de valor agregado y de empleo y su calidad, los procesos de aprendizaje y el nivel de vida de la población, así como en el nivel de capacitación y educativo requerido, entre otros.

1.2 La cadena de valor global de la industria electrónica[3]

La cadena de PC, al igual que la electrónica, ha transcurrido por un importante proceso de liberalización comercial desde la década de los noventa. Si bien persisten barreras no arancelarias, en general éstas y los propios aranceles son mínimos o iguales a cero entre países. Éstos son algunos de los fundamentos que permiten la transferencia de segmentos de la cadena de los países industrializados a otros territorios en la electrónica global.

Este proceso de transferencia de segmentos de la cadena de PC se ha acelerado durante los noventa, tanto por parte de empresas estadounidenses co-

[2] Desde la perspectiva de segmentos de encadenamientos mercantiles globales, el proceso de escalamiento o *upgrading* –entendido como la integración y apropiación a superiores segmentos de la cadena y, por ende, de mayor valor agregado– puede darse tanto a nivel de productos como de procesos, sea intra o intercadena (Gereffi, Humphrey, Kaplinsky y Sturgeon, 2001).

[3] Este subcapítulo aborda el tema en forma esquemática y resumida. Para un análisis con mayor detalle, véase: Borrus y Zysman (1998), Dussel Peters (2004b), Ernst (2003) y Lüthje, Schumm y Sproll (2002).

mo europeas y japonesas (Dedrick y Kraemer, 1998). Otra característica de esta cadena es la creciente presencia de redes de empresas: miles de empresas a nivel global se encuentran organizadas en círculos de producción y proveeduría alrededor de empresas de OEM (*Original Equipment Manufacturing*) o de marcas como IBM, HP, Apple, Ericsson, Toshiba, Dell, Sony, Acer, Siemens, entre otras. A grandes rasgos la cadena de PC se caracteriza por:

1. La industria de la computación se caracteriza por una alta intensidad de capital en general —aunque con importantes diferencias según sus segmentos—, lo cual implica, adicionalmente, altas barreras de entrada y salida para las respectivas empresas.[4] Estas barreras, particularmente altas en la producción de partes y componentes como semiconductores, DRAM (*Dynamic Random Access Memory*), monitores y otros —donde la instalación de una planta puede ser resultado de varios años de I&D— implican que una inversión inicial puede costar varios miles de millones de dólares y es resultado de una estrategia de largo plazo.
2. La electrónica y la cadena de las PC se caracterizan por un alto grado de innovación: se estima que cada 18-24 meses se duplica el número de transistores en un *chip*, conocida como la Ley de Moore (Yu, 1998). Tal proceso, característico de esta organización industrial, debe ser considerado para comprender el alto grado de competencia en todos los segmentos de la cadena, la rapidez, volatilidad y el reducido ciclo del proceso de innovación de la propia tecnología, y la depreciación de la producción de generaciones de productos, incluyendo las propias PC.
3. Si bien las economías de escala y los procesos y productos crecientemente estandarizados juegan un papel crucial en la cadena de valor, como contraparte, también se aprecia un muy alto grado de diversificación de los productos finales (y por ende, de los procesos requeridos), con crecientes modalidades territoriales y culturales.
4. La cadena de valor de las PC puede desagregarse en los siguientes segmentos generales, y de menor a mayor valor agregado: a) Procesos de ensamble y subensamble de partes y componentes; b) Obtención de partes, componentes, productos y procesos con empresas OEM u ODM (*Original Design Manufacturing*); c) Manufactura de partes y componentes; d) Ingeniería y diseño de productos y procesos, y e) Investigación y desarrollo de productos y componentes.

   Adicionalmente existen una serie de segmentos de servicios de venta, distribución y servicios de soporte que generan un alto valor agregado. Estudios y análisis recientes destacan que la parte más importante del valor agregado de la electrónica se genera en el software, es decir, se percibe un cambio en el centro de gravedad de la industria hacia estándares de diseño y servicios intensivos en conocimiento (Ernst, 2000). Cada segmento requiere de empresas altamente sofisticadas y de sus respectivos círculos de proveedores e incluso "subsegmentos".
5. La reorganización industrial liderada por las empresas de marca ha sido significativa desde los ochenta, y ha profundizado el control vertical y la estructura modular anteriormente señalada. En general, las empresas OEM controlan los estándares de partes, componentes, productos y procesos, así como a las empresas proveedoras de bienes y servicios en diferentes círculos, fenómeno conocido también como *Wintelism* o *Wintelismo* (Borrus y Zysman, 1998); bajo este esquema, una empresa como Microsoft impone su estándar en los sistemas operativos y software, mientras que Intel en los microprocesadores y hardware.[5]

   Paralelamente, han transferido, en algunos casos por completo, los segmentos vinculados a la manufactura de los productos a proveedores nacionales y globales. Empresas como IBM y HP, entre muchas otras, prácticamente no realizan en la actualidad procesos de manufactura, por lo que se les llama empresas *fabless*. Desde los noventa han surgido los *electronic contract manufacturers* (CM) o manufactura por contrato; vinculado con la temática anterior del *full package*, las CM se hacen responsables de la producción completa de partes y componentes, y hasta del ensamble del producto final y otros múltiples servicios (entre ellas están Solectron, Flextronics, SCI-Sanmina y Celestica, todas con ventas supe-

[4] Conocida como la Ley de Rock, los costos para construir una planta de semiconductores se duplica cada cuatro años, de alrededor de 100,000,000 de dólares (a mediados de los ochenta) a alrededor de 3,000,000,000 de dólares (en la actualidad) y a más del doble en 2007.

[5] Zysman (2003: 7) señala al respecto: "Considere a la PC, la computadora personal. ¿Dónde quisiera estar en la cadena de valor? ¿Quiere ser el productor del producto final, la caja, incluso si, como Gateway o HP, la caja tiene su logotipo? ¿O preferiría ser el productor de los elementos constituyentes, los componentes del sistema como el semiconductor, el monitor y el sistema operativo? El valor agregado está en los componentes, los subsistemas, y en ese sentido, en los estándares de acuerdo a los que se tienen que construir".

riores a los 10,000,000,000 de dólares en 2001 (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).[6] Un elemento fundamental de esta logística de la cadena de valor global es que su segmento más débil determina el comportamiento de la cadena en su conjunto; es decir, la falla de un proveedor, independientemente de la complejidad y/o costo del proceso o producto, puede retrasar o incluso colapsar el producto final.

6. La cadena de valor liderada por estas grandes ETN (empresas transnacionales) de marca u OEM funciona en la actualidad en "tiempo real": la organización industrial basada en el "justo a tiempo" ya no es suficiente ni funcional. Esto es también resultado de que empresas como Dell, entre muchas otras, ofrecen enviar sus productos finales directamente al cliente en pocos días en Estados Unidos, reduciendo tanto inventarios como intermediarios en la cadena. La competencia entre países por integrarse a diversos segmentos de la cadena de valor de la computación es muy intensa. En particular, Asia ha sabido aumentar su participación en la manufactura de partes y componentes, así como en el ensamble de éstos (Kraemer y Dedrick, 2002).
7. La industria electrónica a nivel global, pero particularmente las CM y los productores de partes y componentes, hacen uso de agencias de trabajo con varios objetivos cada vez más. Por un lado, las empresas CM no requieren pagar los mismos salarios y servicios que a sus trabajadores, lo cual reduce significativamente la remuneración; por otro lado, garantizan la asistencia de los trabajadores —en la mayoría de los casos la seguridad social es mínima o inexistente—, logran una menor rotación y la sindicalización está prohibida (Cafod, 2003; Woo, 2001).
8. Varios autores (Dedrick y Kraemer, 1998; Ernst, 2004) señalan que una de las principales tendencias en la electrónica y PC desde los noventa es la génesis de Asia como una plataforma exportadora masiva. China, Corea, Taiwán y Singapur participan con más del 25% de la producción mundial en la manufactura de productos electrónicos, con base en conocimiento internacional "maduro"[7] y como proveedores de empresas OEM y de las propias CM.

[6] Lüthje (2004) analiza a detalle este estrato de empresas. Asia es el líder global, concentrando las actividades de sus empresas CM en Malasia y China, en México para América del Norte, y en Hungría, Polonia, República Checa y Rumania para Europa. Si bien las CM se especializan en los procesos estandarizados y básicos de manufactura, en el ensamble final y la aplicación de software y prueba del equipo, existen diferencias importantes en las localizaciones de las plantas. Los Centros de Introducción de Productos, particularmente en los países industrializados, por ejemplo, diseñan prototipos e inician con las líneas de producción, concentrando una gran parte de las actividades de mayor valor agregado.

Desde finales de 2000 y hasta 2003, la industria de la computación transcurrió por una severa crisis. Destaca, por un lado, una generalizada sobreoferta de partes y componentes, así como de productos finales, lo cual ha llevado a importantes caídas en sus respectivos precios. La integración de varios países, asiáticos principalmente, a diversos segmentos de la cadena de valor, ha profundizado esta sobreoferta. Por otro lado, e independientemente de las causas estructurales, la recesión económica generalizada en Japón y Estados Unidos desde 2001 también ha profundizado este desempeño. Desde finales de 2003 la cadena pareciera iniciar un proceso de recuperación, dirigida por el aumento de la demanda de equipo de cómputo y oficina en Estados Unidos (Runiewicz, 2004), el cual está en 15% para 2004; habrá un intenso proceso de competencia vía precios entre empresas como Dell y HP, entre otras (Bank y McWilliams, 2004). Se estima que la transferencia de segmentos y empleos en la electrónica y la tecnología de la información, crecientemente en servicios (ITAA, 2004), continuará profundizándose.

2 La cadena de valor de la industria electrónica en México: producción y comercio internacional

En su primera parte, el capítulo aborda diversas disposiciones, específicamente arancelarias, que afectan al sector de las PC, así como su peso en la economía mexicana durante el periodo 1988-2002. La segunda parte plantea con mayor detalle las características de las exportaciones mexicanas a Estados Unidos y sus principales competidores.

2.1 Normas y condiciones

La industria internacional de la computación ha sido una de las más dinámicas de los ochenta en términos de comercio internacional. Las actividades

[7] Ernst (2004) señala la relevancia del concepto de "innovaciones maduras" (*late innovations*) para el caso de estos países, excluyendo a Japón, dado que han sido capaces de innovar en industrias de conocimiento tecnológico altamente complejo, aunque con rezagos importantes con respecto a las OEM y la I&D en los países industrializados. Así, la innovación no sólo surge en tecnologías y empresas "de punta" ni sólo en centros de excelencia.

exportadoras de México durante 1990-2001 vinculadas a la computación —y usando la metodología del programa Competitive Advantage of Nations (CAN) de la CEPAL—[8] puede considerarse, en todos los casos, como una "estrella ascendente" o de "oportunidades perdidas", ya que la participación de la computación[9] sobre las exportaciones del mundo aumentó durante ese periodo de 2.88% a 6.11%. En el caso de México, sus exportaciones bajo este rubro aumentaron su participación sobre el total exportado, de 0.80% en 1985, a 3.59% en 2001. La computación es una "estrella ascendente", es decir, la dinámica de las exportaciones de la computación en México, considerando el importante aumento de las exportaciones en su conjunto para el periodo, fue incluso mayor.

El Cuadro 1 muestra algunos de los cambios con respecto al comercio internacional en la computación, estrechamente vinculados a los temas señalados en el apartado anterior. Destaca, por un lado, que durante 1985-2001 la participación de las exportaciones de los países industrializados disminuyó significativamente, de 88.55% a 48.72%, proceso que se dio en forma pronunciada tanto en la Unión Europea como en Estados Unidos y Japón. Por otro lado, ha sido particularmente Asia —y en especial Singapur, Taiwán y China, entre otros— quien aumentó significativamente su participación durante el periodo. Tercero, la participación de América Latina en estos productos es reducida, aunque ha aumentado de 1.62% en 1985, a 4.01% en 2001. El aumento anterior se debe casi exclusivamente a México, cuya cuota de mercado en las exportaciones de PC aumentó de 0.80% a 3.59%; es decir, en 2001 el 89.53% de las exportaciones de computación de América Latina fueron realizadas por México. Su desempeño sólo fue inferior al de la República Popular China —China en lo que sigue—, cuya participación en las exportaciones totales aumentó de 0.12% a 10.04% durante 1985-2001, sólo por debajo de Estados Unidos y Japón en 2001.

En el caso de la industria de la computación no existe un apartado específico en el TLCAN, a diferencia de otros sectores como el automotriz o la confección. Como resultado, cada país miembro debe considerar a los productos de este sector como regionales desde el momento en que se encuentran en territorio TLCAN. Desde esta perspectiva, los aranceles son de crítica importancia para los miembros del tratado bajo este rubro.

[8] Para una presentación del programa y sus implicaciones, véase Dussel Peters, 2001.
[9] Se refiere a la fracción 75 (máquinas de oficina y para la elaboración automática de datos) de la CUCI, Rev. 2.

Cuadro 1 Industria electrónica/computación: participación de las exportaciones de los principales países (1985-2001)[a] (según su cuota de mercado en 1998)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Países industrializados	88.55	87.48	85.22	82.00	80.58	78.54	76.37	73.24	69.79	66.02	62.44	59.22	56.87	54.90	52.55	51.21	48.72
Unión Europea	34.62	35.59	34.31	32.38	32.19	31.48	30.74	28.26	25.92	24.67	24.28	23.95	24.32	24.79	24.54	24.06	22.75
América Latina y Caribe	1.62	1.39	1.28	1.29	1.17	1.17	1.13	1.17	1.25	1.32	1.52	1.81	2.27	2.89	3.39	3.67	4.01
1 Estados Unidos	31.59	29.11	28.06	26.01	24.86	23.49	22.35	21.49	20.76	19.67	18.61	17.48	16.29	15.09	14.08	13.73	13.43
2 Japón	19.50	20.04	20.20	20.61	20.47	20.44	20.16	20.40	20.04	18.55	16.50	14.96	13.73	12.77	11.66	11.21	10.36
3 Singapur	3.03	3.43	4.27	5.37	5.73	6.27	6.74	7.60	8.69	9.72	10.35	10.49	10.08	9.16	8.03	7.57	6.95
4 Taiwán	2.21	2.96	3.77	4.78	5.42	6.20	6.82	7.41	7.65	7.80	8.09	8.31	8.42	8.44	8.74	8.95	9.08
5 Reino Unido	7.03	7.17	7.30	7.43	7.73	7.63	7.42	6.91	6.46	6.32	6.30	6.39	6.53	6.71	6.57	6.47	5.98
6 China	0.12	0.18	0.27	0.39	0.52	0.67	0.98	1.46	2.07	2.96	3.89	4.91	5.90	6.78	7.85	8.29	10.04
7 Malasia	0.15	0.09	0.10	0.23	0.41	0.69	1.13	1.75	2.48	3.24	3.91	4.58	5.08	5.50	5.95	6.19	6.61
8 Alemania	8.45	8.57	7.95	7.06	6.70	6.27	5.93	5.29	4.80	4.56	4.41	4.19	4.01	3.93	3.97	3.95	3.93
9 Tailandia	0.19	0.30	0.56	0.87	1.01	1.21	1.50	1.88	2.38	2.86	3.27	3.42	3.37	3.13	2.89	2.81	2.82
10 Irlanda	2.79	3.05	2.95	2.83	2.75	2.63	2.52	2.43	2.42	2.49	2.46	2.56	2.88	3.43	3.79	3.93	3.90
11 Corea (República de)	0.88	1.24	1.63	2.13	2.19	2.17	2.00	2.16	2.35	2.75	2.95	3.11	3.01	3.28	3.87	4.33	4.35
12 Francia	4.68	4.94	4.65	4.20	4.03	4.00	4.01	3.62	3.19	2.85	2.79	2.71	2.66	2.52	2.32	2.17	1.95
13 México	**0.80**	**0.72**	**0.72**	**0.87**	**0.83**	**0.85**	**0.81**	**0.84**	**0.98**	**1.12**	**1.35**	**1.65**	**2.04**	**2.44**	**2.81**	**2.99**	**3.59**
14 Hong Kong	2.06	1.80	1.89	2.04	2.15	2.22	2.25	2.16	2.01	1.85	1.70	1.52	1.41	1.37	1.34	1.31	1.23
15 Brasil	0.53	0.43	0.37	0.27	0.20	0.18	0.19	0.18	0.14	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.11

[a] Se refiere a la fracción 75 (Máquinas de oficina para la elaboración automática de datos) de la CUCI, Rev. 2

Fuente: Elaboración propia con base en CAN2000 (CEPAL)

La industria de la computación en México, al igual que la electrónica en general, transitó por un profundo proceso de liberalización arancelaria desde 1985-1987 y con el TLCAN. Si hasta la implementación del tratado la computación contó con el nivel arancelario más alto de la economía mexicana, 20%, desde 1994 México liberalizó por completo al sector de la computación al fijar tasa 0, ya sea inmediatamente o hasta el primero de enero de 2004.[10] El TLCAN también requirió de cambios en las normas de propiedad intelectual, respondiendo a los intereses de las empresas estadounidenses; además, en la actualidad no existen limitaciones para la inversión extranjera en el sector. Para el resto de las naciones, con excepción de aquellas con las que México ha suscrito tratados de libre comercio, el arancel de importación es actualmente de 5% (Bancomext, 2004). En el caso de Estados Unidos, los aranceles para sus importaciones fueron de 3.9% antes del TLCAN y se eliminaron desde el 1 de enero de 1994 en forma inmediata.

La Provisión de Producción Compartida (*Production-Sharing Provision*, PPC) en Estados Unidos es al menos igual de importante que los aspectos anteriores, particularmente ante el crecimiento de la industria maquiladora de exportación en México. La PPC permite la continuación de actividades similares a la maquila, tanto en México como en otros países. Bajo el subcapítulo 9802 del Sistema Armonizado de Estados Unidos, la PPC permite "una exención arancelaria para el valor de componentes estadounidenses que se incorporan en productos importados que han sido ensamblados en el extranjero" (USITC, 1997: i; USITC, 1998). Aunque la PPC ha perdido importancia en algunos países tales como México y Canadá ante la implementación del TLCAN, y en otros casos por el tratamiento MFN (nación más favorecida), ésta todavía es relevante para algunos exportadores a Estados Unidos debido a que los exime del pago de entrada o cuota (*user fee*) (Dussel Peters, 2004b).

Bajo este rubro, los Programas de Promoción Sectorial (Prosec), implementados desde 2001 y como consecuencia del Artículo 303 del TLCAN, han reducido significativamente la tasa general de importación de manera unilateral, y en varios casos incluso por debajo de lo negociado en el TLCAN. En el caso del sector electrónico, por ejemplo, el arancel promedio ponderado de las importaciones provenientes del tratado se redujo de 0.57% a 0.01%, mientras que para los productos electrónicos provenientes de países no firmantes

[10] Estimaciones propias a 6 y 8 dígitos del Sistema Armonizado demuestran que en 66% de las fracciones del sector los aranceles fueron eliminados inmediatamente, otro 18% en enero de 1999 y el restante 16% el primero de enero de 2004.

del tratado lo hizo de 5.09% a 0.08% (Álvarez Galván y Dussel Peters, 2001). Con pocas excepciones, desde 2001 los productos electrónicos se encuentran exentos de arancel, en el marco de diversos Programas de Competitividad elaborados por la Secretaría de Economía desde 2002, los aranceles en la industria electrónica, incluyendo las PC, fueron reducidos en prácticamente todas sus fracciones a 0% (SE, 2004).

La industria electrónica ha sido una de las actividades de mayor dinamismo en la economía mexicana desde los ochenta y un sector paradigmático para comprender la orientación exportadora de la economía mexicana desde finales de esa década.[11] Equipos y aparatos electrónicos, la rama 54 del Sistema de Contabilidad Nacional, no sólo ha duplicado su participación en el PIB durante 1988-2002, sino que su participación en el empleo total también ha aumentado de 0.66% en 1988, a 0.90% en 2002, generando más de 120,000 empleos durante el periodo (véase el Cuadro 2). La productividad laboral aumentó 365% durante 1988-2002 y en niveles absolutos se encuentra muy por encima de la productividad de la economía en su conjunto. Es sorprendente, sin embargo, que las remuneraciones por trabajador para la electrónica han disminuido su brecha con el resto de la economía, es decir, el sector percibió en 1988, en promedio, 54.99% más que el total de la economía mexicana, y disminuyó en 38.78%.[12]

Si bien bajo las variables anteriormente analizadas la electrónica destaca con respecto al total de la economía mexicana, su desempeño es aún más contrastante al examinar tendencias de comercio exterior, con o sin la industria maquiladora, como se desagrega en el Cuadro 2. En los 14 años del periodo analizado las exportaciones electrónicas se incrementaron 806%, a diferencia de 223% del total de la economía, y aumentaron para la electrónica de 10.32% del PIB en 1988 a 11.05% sin incluir a la maquila, y a 91% al incluir las exportaciones de la industria maquiladora de exportación (IME). De igual forma, la dinámica importadora ha sido al menos tan relevante: sin incluir a la IME, se han incrementado en 488% durante 1988-2002, aunque en términos del PIB cayeron de 34.89% en 1988, a 29.39% en 2002.

[11] Los datos preliminares del último Censo Económico de 1998 revelan que la actividad Equipo Electrónico aumentó en 28.3% las unidades económicas, y en 76% su empleo durante 1993-1998.

[12] Este desempeño del sector exportador en general y sus causas han sido analizados con detalle en otro trabajo (Dussel Peters, 2004b).

Cuadro 2 Variables seleccionadas de la industria electrónica en México (1988-2002)[a]

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
PIB electrónica (1988=100)	100.00	112.76	137.17	135.54	139.65	152.07	207.67	271.74	359.89	462.38	171.36	692.31	895.25	849.00	833.26
PIB Total (1988=100)	100.00	105.06	111.09	116.51	121.40	123.90	130.64	123.38	131.45	141.89	150.86	158.43	171.20	169.69	171.45
PIB electrónica (porcentaje sobre el total)	1.55	1.65	1.70	1.52	1.43	1.44	1.72	2.93	3.24	3.64	3.99	4.12	4.38	3.97	3.61
Personal ocupado en electrónica	158,870	163,563	172,512	175,675	176,097	183,609	192,065	196,706	226,000	270,756	305,080	330,907	384,248	346,140	284,312
Personal ocupado en electrónica (1988=100)	100.00	102.95	108.69	110.58	110.84	115.57	120.89	123.82	142.25	170.43	192.03	208.29	241.86	217.88	178.96
Personal ocupado total (1988=100)	100.00	102.88	107.84	111.03	112.84	114.11	117.02	113.62	117.45	121.92	127.28	130.30	132.98	132.23	131.06
Personal ocupado en electrónica (porcentaje sobre el total)	0.66	0.66	0.66	0.66	0.65	0.67	0.68	0.72	0.80	0.92	1.00	1.06	1.20	1.09	0.90
Remuneraciones por trabajador en electrónica (porcentaje sobre el total)	154.99	168.09	164.67	152.95	141.80	131.28	131.88	140.44	142.03	139.97	140.66	139.83	138.73	144.48	138.78
Productividad del trabajo de electrónica (1988=100)	100.00	109.55	126.32	122.57	125.99	131.58	171.78	219.47	252.99	271.31	297.54	332.38	370.15	389.67	465.61
Productividad del trabajo de electrónica (porcentaje sobre el total)	178.30	191.28	218.64	208.26	208.80	216.07	274.34	360.36	403.05	415.69	447.57	487.42	512.65	541.40	634.62
Información sin incluir a la industria maquiladora de exportación															
Importaciones en elctrónica (1988=100)	100.00	107.33	147.06	187.16	222.76	232.59	271.20	184.96	310.99	453.04	509.04	589.76	695.37	695.37	587.83
Importaciones total (1988=100)	100.00	121.28	149.24	181.10	224.97	223.02	269.00	195.82	245.42	311.59	359.22	396.86	479.19	479.19	476.78
Importaciones en electrónica (porcentaje sobre el total)	5.16	5.60	6.58	7.43	7.51	8.06	8.52	16.01	27.30	32.31	35.38	38.95	35.03	35.03	30.64
Importaciones/ PIB electrónica (porcentaje)	34.89	33.75	35.74	42.91	47.89	45.11	42.27	25.18	35.64	38.30	36.21	35.81	32.87	32.87	29.39
Importaciones/ PIB total (porcentaje)	6.95	7.50	7.98	8.14	8.84	8.08	9.13	9.83	11.24	11.77	12.55	12.18	11.73	11.73	11.18
Exportaciones en electrónica (1988=100)	100.00	122.37	149.37	145.87	114.34	148.90	192.35	314.17	519.34	618.63	446.34	757.56	948.70	978.70	906.61
Exportaciones total (1988=100)	100.00	101.54	106.31	114.22	115.60	124.69	142.05	197.52	233.83	252.70	267.15	289.00	319.49	319.49	322.61
Exportaciones en electrónica (porcentaje sobre el total)	2.40	2.36	2.29	2.54	2.21	3.01	3.32	3.15	4.14	4.92	5.12	5.13	5.75	5.75	4.95
Exportaciones/ PIB electrónica (porcentaje)	10.32	9.06	8.73	9.07	7.41	9.81	9.86	10.60	13.73	13.46	11.90	11.44	11.93	11.93	11.05
Exportaciones/ PIB total (porcentaje)	6.66	6.33	6.45	5.42	4.80	4.71	5.11	9.85	10.76	9.96	9.26	9.19	8.25	8.25	8.08
Balanza comercial/ PIB electrónica (porcentaje)	-24.57	-24.69	-27.01	-33.84	-40.49	-35.30	-32.41	-14.58	-21.91	-24.84	-24.31	-24.37	-20.94	-20.94	-18.34
Balanza comercial/ PIB total (porcentaje)	-0.29	-1.17	-1.53	-2.72	-4.04	-3.37	-4.02	0.02	-0.48	-1.82	-3.28	-3.00	-3.48	-3.48	-3.11
Información que incluye a la industria maquiladora de exportación															
Importaciones en electrónica (1988=100)	--	--	--	--	--	100.00	136.49	163.11	230.26	300.11	362.09	446.81	559.55	559.55	545.64
Importaciones total (1988=100)	--	--	--	--	--	100.00	119.96	158.03	190.63	214.20	241.11	274.07	311.33	311.33	317.14
Importaciones en electrónica (porcentaje sobre el total)	--	--	--	--	--	13.36	13.87	18.08	19.48	21.02	20.80	22.05	22.12	22.12	20.67
Importaciones/ PIB electrónica (porcentaje)	--	--	--	--	--	98.79	98.18	93.79	101.04	100.09	97.80	99.55	97.86	97.86	97.25
Importaciones/ PIB total (porcentaje)	--	--	--	--	--	10.68	12.17	15.20	16.81	17.34	18.75	18.60	17.58	17.58	17.01
Exportaciones en electrónica (1988=100)	--	--	--	--	--	100.00	144.00	212.92	292.05	359.34	434.25	539.46	679.92	679.92	679.18
Exportaciones total (1988=100)	--	--	--	--	--	100.00	119.96	158.03	190.63	214.20	241.11	254.07	311.33	311.33	317.14
Exportaciones en electrónica (porcentaje sobre el total)	--	--	--	--	--	13.51	14.78	15.65	16.14	18.08	19.48	20.49	22.23	22.23	20.91
Exportaciones/ PIB electrónica (porcentaje)	--	--	--	--	--	76.35	77.52	86.67	87.23	83.82	83.06	86.10	89.80	89.80	91.13
Exportaciones/ PIB total (porcentaje)	--	--	--	--	--	8.16	9.02	16.24	17.52	16.88	17.01	17.32	16.06	16.06	15.75
Balanza comercial/ PIB electrónica (porcentaje)	--	--	--	--	--	-22.44	-20.65	-7.12	-13.81	-16.27	-14.74	-13.45	-8.06	-8.06	-6.12
Balanza comercial/ PIB total (porcentaje)	--	--	--	--	--	-2.52	-3.15	1.03	0.71	-0.46	-1.75	-1.28	-1.53	-1.53	-1.26

[a] Se refiere a la rama 54 (equipo electrónico)
Fuente: elaboración propia con base en INEGI (SCN)

En términos de la balanza comercial, la electrónica genera un importante déficit comercial para la economía mexicana, tanto considerando las actividades de la IME como sin ellas. En el primer caso el déficit comercial de la electrónica cae de 22.44% del PIB en 1993, a 6.12% en 2002, mientras que sin la IME registra –24.57% del PIB en 1988, y –18.34% en 2002. En este sentido, la industria electrónica refleja padrones de especialización y estructuras semejantes a los sectores exportadores más dinámicos de la economía mexicana, e incluso considerando el superávit comercial generado por las actividades de la IME: un alto crecimiento en el PIB y su comercio internacional, con un significativo aumento del empleo (aunque con una participación mínima en el total del empleo) y un alto déficit comercial, particularmente en periodos de crecimiento de la economía y de la propia electrónica. Esta estructura está crucialmente supeditada a las actividades dependientes de programas de importación temporal para su exportación, cuya racionalidad y efectos ya han sido analizados (Dussel Peters, 2003). Al respecto, el Cuadro 3 evidencia el alto grado de dependencia de las exportaciones de programas de importaciones temporales para la electrónica durante 1993-2004, en este caso el capítulo 85 del Sistema Armonizado, generando 97.91% de las exportaciones.

Por último, aunque no en importancia, desde finales de 2001 y hasta finales de 2003 se aprecia una caída significativa en el desempeño de la electrónica, tanto en términos de empleo, comercio internacional y otras variables presentadas en los Cuadros 2 y 3. Tan sólo el empleo cayó 17.8% durante 2001-2002 (véase el Gráfico 1), y las exportaciones cayeron en términos absolutos por primera vez desde que existen estadísticas. Esta abrupta y profunda caída de la actividad electrónica ha sido particularmente significativa en la IME y se ha concentrado en una serie de regiones del país. Desde diciembre de 2001 hasta julio de 2004, el empleo en la clase 382302,[13] la manufactura en general, la IME electrónica, la IME en Jalisco y la IME nacional habían disminuido su empleo, en 30.5%, –14.2%, 0.3%, 6.1% y –13.9%, respectivamente.

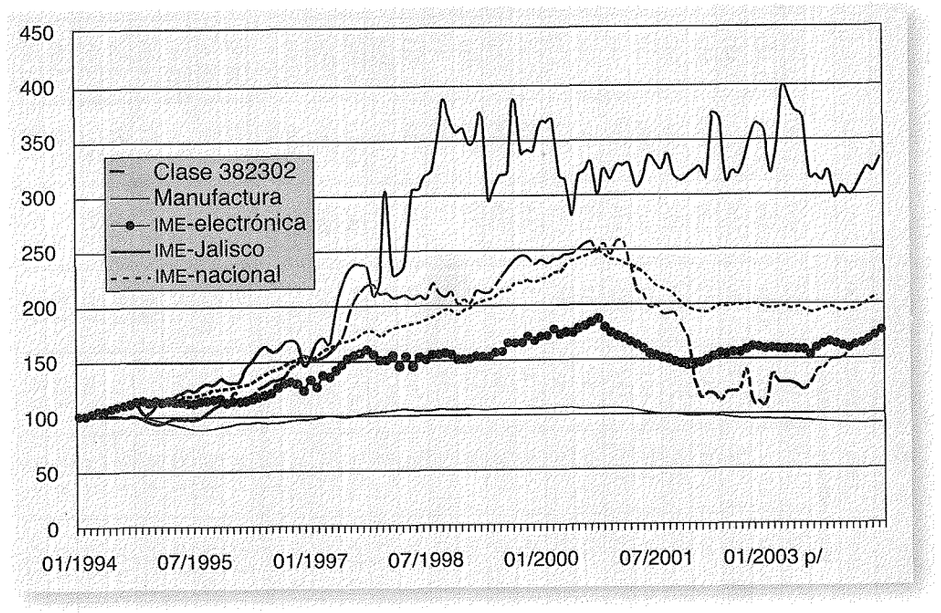
[13] Información a nivel de clases de la Encuesta Industrial Mensual del INEGI. Esta información sólo existe desde enero de 1994 y no incluye variables como exportaciones e importaciones, entre otras, por lo cual no se hace amplio uso de las mismas. La clase 382302 (fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento automático) es la que se refiere a la industria de la computación.

Cuadro 3 Electrónica: exportaciones totales por tipo de programa (1993-2004)[a]

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004[b]	1993-2004
Millones de dólares													
Exportaciones totales	13,778	16,890	20,315	23,860	28,156	31,835	38,056	47,476	43,257	42,298	41,014	22,166	369,101
Temporales	13,502	16,590	19,851	23,286	27,645	31,237	37,529	46,901	42,442	41,306	39,732	21,371	361,392
Definitivas	276	301	464	575	511	599	527	575	815	992	1,282	795	7,712
Porcentaje sobre el total													
Exportaciones totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Temporales	97.99	98.22	97.72	97.59	98.18	98.12	98.61	98.79	98.12	97.65	96.87	96.41	97.85
Definitivas	2.01	1.78	2.28	2.41	1.82	1.88	1.39	1.21	1.88	2.35	3.13	3.59	2.14
Tasa de crecimiento													
Exportaciones totales	– –	22.6	20.3	17.5	18.0	13.1	19.5	24.8	–8.9	–2.2	–3.0	– –	11.5
Temporales	– –	22.9	19.7	17.3	18.7	13.0	20.1	25.0	–9.5	–2.7	–3.8	– –	11.4
Definitivas	– –	8.7	54.4	23.9	–11.1	17.2	–12.0	9.1	41.8	21.7	29.2	– –	16.6

[a] Se refiere al Capítulo 85 del Sistema Armonizado
[b] Hasta junio de 2004
Fuente: elaboración propia con base en Bancomext (SIC-M)

Gráfico 1 Electrónica: desempeño del empleo en diversos segmentos (1994-julio 2004) (enero 1994=100)



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI

El sector electrónico, así como la manufactura y la IME, han sido capaces de mantener su empleo y actividades apenas desde 2004, después de una profunda crisis en términos de empleos y producción.

Por último, no es menos importante recordar que en la electrónica, particularmente en la cadena de PC,[14] China se ha convertido en un socio comercial significativo para México: en menos de 5 años, China se ha convertido en el principal exportador a México y en el segundo receptor de las exportaciones mexicanas de la cadena de PC en 2003 (véase el Cuadro 4). En ambos

[14] La actividad específica de las PC incluye cuatro segmentos: a) dispositivos de almacenamiento, b) computadoras electrónicas, c) otro equipo periférico (AEA, 2003) y d) 102 fracciones a 10 dígitos del Sistema Armonizado (Dussel Peters, 2004/b).

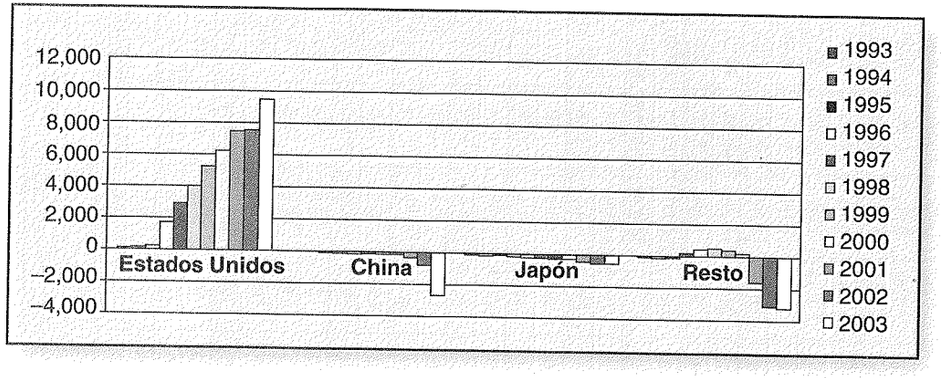
Cuadro 4 México: importaciones totales de la cadena de PC por país (1993-2003)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1993-2003
Valor (millones de dólares)												
1 China	2	5	8	46	83	120	181	212	506	1,080	2,911	5,154
2 Estados Unidos	243	376	373	1,231	1,532	1,697	2,610	3,612	3,699	2,833	2,442	20,647
3 Malasia	0	4	4	56	87	84	72	90	706	627	1,481	3,211
4 Corea del Sur	1	8	8	35	60	93	230	352	509	740	967	3,004
5 Japón	53	67	46	103	175	200	226	288	441	541	540	2,681
6 Singapur	2	14	30	153	121	137	161	171	461	856	532	2,639
7 Taiwán	24	81	68	144	153	150	145	163	488	1,095	335	2,847
8 Tailandia	1	4	5	25	23	30	45	37	172	187	164	694
9 Filipinas	0	0	1	10	12	24	58	66	128	174	110	584
10 Costa Rica	0	0	0	0	0	7	8	3	15	78	91	203
11 Puerto Rico	0	2	53	82	58	26	44	58	50	48	50	472
12 Alemania	3	6	6	16	19	18	20	19	75	45	44	272
13 Canadá	2	4	3	30	33	44	29	42	51	42	43	323
14 Irlanda	0	1	1	6	17	26	39	49	50	38	43	270
18 Hong Kong	1	2	2	1	2	3	6	4	8	24	25	77
Subtotal	332	574	609	1,940	2,375	2,659	3,873	5,167	7,360	8,410	9,778	43,076
Resto	12	30	18	69	121	110	112	111	243	285	228	1,338
Total general	344	604	627	2,008	2,496	2,769	3,985	5,277	7,603	8,695	10,006	44,414
Participación (en porcentajes)												
1 China	0.57	0.89	1.20	2.27	3.32	4.35	4.55	4.01	6.66	12.42	29.09	11.60
2 Estados Unidos	70.70	62.19	59.56	61.31	61.38	61.28	65.49	68.44	48.65	32.58	24.41	46.49
3 Malasia	0.09	0.63	0.60	2.80	3.49	3.02	1.80	1.70	9.29	7.21	14.80	7.23
4 Corea del Sur	0.39	1.37	1.33	1.75	2.41	3.36	5.77	6.67	6.69	8.51	9.66	6.76
5 Japón	15.29	11.13	7.32	5.11	7.01	7.23	5.67	5.46	5.81	6.23	5.39	6.04
6 Singapur	0.55	2.25	4.83	7.64	4.85	4.94	4.04	3.25	6.06	9.85	5.32	5.94
7 Taiwán	6.85	13.48	10.84	7.18	6.11	5.43	3.63	3.09	6.42	12.60	3.35	6.41
8 Tailandia	0.20	0.70	0.80	1.25	0.93	1.08	1.13	0.71	2.27	2.15	1.64	1.56
9 Filipinas	0.04	0.04	0.23	0.52	0.49	0.86	1.45	1.26	1.68	2.00	1.09	1.31
10 Costa Rica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.20	0.06	0.20	0.90	0.91	0.46
11 Puerto Rico	0.06	0.31	8.44	4.07	2.34	0.94	1.11	1.10	0.66	0.56	0.50	1.06
12 Alemania	0.79	1.02	1.02	0.81	0.78	0.65	0.50	0.36	0.99	0.52	0.44	0.61
13 Canadá	0.48	0.61	0.54	1.49	1.31	1.59	0.72	0.80	0.67	0.49	0.43	0.73
14 Irlanda	0.01	0.11	0.12	0.32	0.67	0.95	0.99	0.92	0.66	0.44	0.43	0.61
18 Hong Kong	0.42	0.31	0.28	0.05	0.07	0.09	0.14	0.07	0.11	0.27	0.25	0.17
Subtotal	96.44	95.03	97.11	96.59	95.16	96.03	97.20	97.91	96.80	96.72	97.72	96.99
Resto	3.56	4.97	2.89	3.41	4.84	3.97	2.80	2.09	3.20	3.28	2.28	3.01
Total general	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tasa de crecimiento anual												
1 China	—	172.7	39.5	508.5	81.4	45.4	50.6	16.7	139.0	113.5	169.5	107.5
2 Estados Unidos	—	54.7	-0.7	229.7	24.4	10.8	53.8	38.4	2.4	-23.4	-13.8	26.0
3 Malasia	—	1,106.2	-0.6	1,383.8	55.0	-4.0	-14.4	25.3	687.1	-11.2	136.3	132.9
4 Corea del Sur	—	513.1	0.7	320.6	71.1	54.8	147.1	53.3	44.5	45.4	30.6	92.9
5 Japón	—	27.9	-31.8	123.8	70.5	14.4	12.9	27.5	53.1	22.7	-0.3	26.2
6 Singapur	—	617.2	123.0	406.6	-21.1	13.0	17.7	6.4	168.9	85.7	-37.8	75.7
7 Taiwán	—	246.1	-16.6	112.2	5.8	-1.4	-3.9	12.6	199.7	124.3	-69.4	30.4
8 Tailandia	—	512.0	19.7	400.7	-7.8	29.3	50.8	-17.3	361.0	8.5	-12.4	72.9
9 Filipinas	—	73.2	565.2	638.6	16.6	95.5	143.1	14.6	92.5	36.0	-37.0	97.2
10 Costa Rica	—	-87.9	29.4	691.9	-84.35	38,422.9	16.7	-58.2	340.5	427.1	16.5	159.4
11 Puerto Rico	—	816.5	2,729.8	54.4	-28.5	-55.4	69.8	30.9	-13.9	-2.8	3.1	73.3
12 Alemania	—	127.1	2.9	156.6	18.9	-7.1	9.7	-3.7	294.3	-40.2	-2.5	32.0
13 Canadá	—	123.3	-7.4	782.5	9.7	34.0	-34.8	46.7	21.5	-17.2	2.7	38.8
14 Irlanda	—	1,398.4	13.3	735.3	157.2	58.4	49.6	23.6	2.5	-23.3	11.2	98.2
18 Hong Kong	—	31.3	-7.3	-40.2	64.7	48.4	118.1	-31.4	111.4	194.2	7.0	33.3
Subtotal	—	73.2	6.0	218.6	22.4	12.0	45.6	33.4	42.5	14.3	16.3	40.3
Resto	—	145.3	-39.6	277.7	76.1	-8.9	1.5	-1.0	120.1	17.1	-19.8	34.0
Total general	—	75.8	3.7	220.3	24.3	11.0	43.9	32.4	44.1	14.4	15.1	40.1

Fuente: Elaboración propia con base en Bancomext, 2004

casos la dinámica ha sido extremadamente rápida: la TCPA (Tasa de crecimiento promedio anual) de las importaciones mexicanas de China fue de 107.5% durante 1993-2003, de 314.3% durante 1996-2003, es decir, creció más que duplicándose cada año. Más del 80% de las exportaciones chinas se realizan bajo el rubro de otro equipo de computación periférico. No obstante, la balanza comercial con China ha sido crecientemente negativa (véase el Gráfico 2), mientras que la balanza comercial superavitaria con Estados Unidos es la que permite mantener superavitaria la balanza total de la cadena (Dussel Peters, 2004b).[15]

Gráfico 2 México: balanza comercial de la cadena PC por principales países (1993-2003) (millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia con base en Dussel Peters, 2004b

[15] Existen enormes diferencias en el producto y las exportaciones entre ambos países, además de visiones de políticas de fomento opuestas. China exportó en 2002 más de 33,360,000,000 de dólares y obtuvo un superávit cercano a los 17,000,000,000 de dólares, siendo que la industria electrónica cuenta con alrededor de 4,100,000 empleados. En el caso de México las exportaciones totales de PC fueron de 10,347,000,000 de dólares en 2002 y emplearon a poco más de 110,000 personas. Adicionalmente, China se ha convertido en la actualidad en el segundo mercado mundial más importante de PC, sólo después de Estados Unidos (Dussel Peters, 2004b).

2.2 Exportaciones a Estados Unidos y competencia con China

El mercado estadounidense es el principal receptor de los productos mexicanos de la cadena de PC con 90.41% en 2003 y 23.30% para China. El Cuadro 5 muestra, en términos agregados, la predominancia asiática en las exportaciones hacia Estados Unidos: de los principales exportadores en 2003, con excepción de México e Irlanda, todos son asiáticos. Mientras que Japón, Taiwán, Singapur y Corea del Sur han visto caer significativamente su participación durante 1990-2003, particularmente China y México se han beneficiado. No obstante, durante el periodo 2001-2003 se dio un cambio cualitativo: después de una década de crecimientos de dos dígitos en las importaciones estadounidenses de PC, desde 2001 la dinámica fue negativa y se estancó. Es en este contexto donde la participación de todos los principales exportadores disminuyó, con excepción de China y Malasia. Durante ese periodo, 2001-2003, China incrementó su participación, de 13.84% a 29.14% sobre el total de las importaciones estadounidenses (véase el Cuadro 5). El tema es de la mayor relevancia para México, ya que mientras China rebasó el doble de su participación durante el periodo, la participación de México disminuyó drásticamente de 14.34% en 2001, a 10.34% en 2004. Este proceso es representativo, recordando que México cuenta incluso con notables beneficios arancelarios respecto de China. A diferencia de otros sectores, como la cadena hilo-textil-confección, las exportaciones tanto de China como de México pagan en la actualidad aranceles cercanos a 0%, con mínimas diferencias entre ambos países.

En cuanto a la estructura importadora de Estados Unidos, por segmentos de la cadena de PC, ésta ha cambiado sustancialmente desde mediados de los noventa (véase el Cuadro 6): mientras que las computadoras electrónicas aumentaron su participación de 13.1% a 30.8% durante 1997-2003, los dispositivos computacionales de almacenamiento disminuyeron de 35% a 18%, y el rubro de otro equipo de computación se mantuvo estable con alrededor de 52% durante el periodo.

¿En qué segmentos del mercado estadounidense se han especializado México y China? El Cuadro 7 refleja un alto y creciente grado de especialización de México en el segmento de computadoras electrónicas, las cuales participaron con 56.82% de las exportaciones mexicanas de la cadena en 2003;

Cuadro 5 Estados Unidos: importaciones de la cadena PC (1990-2003)
Primeros 15 países según su participación en 2002[a]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1990-2003
Valor (millones de dólares)															
1 China	0	0	0	0	326	490	2,309	3,355	4,404	5,971	8,256	8,173	11,947	18,653	63,886
2 Japón	60	45	48	79	2,135	2,350	11,972	13,563	12,246	12,714	13,399	9,504	8,101	6,333	92,548
3 México	0	0	0	0	242	215	2,117	3,455	4,012	5,493	6,869	8,466	7,906	6,956	45,731
4 Malasia	1	2	1	0	168	209	2,959	3,346	3,158	3,852	4,892	5,040	7,092	8,036	38,755
5 Taiwán	55	75	82	97	1,075	1,532	6,329	7,574	7,081	7,371	8,281	6,975	7,079	5,377	58,982
6 Singapur	2	2	5	9	454	560	10,902	11,249	10,604	9,913	8,659	7,098	7,077	6,850	73,385
7 Corea del Sur	3	0	1	0	116	286	2,094	2,425	2,069	3,863	5,143	3,406	3,008	2,339	24,752
8 Filipinas	1	0	0	0	6	17	828	1,328	1,335	1,663	2,123	2,127	2,286	1,762	13,474
9 Tailandia	0	0	0	0	150	144	1,897	2,242	2,596	2,501	2,445	1,981	2,082	1,847	17,884
10 Irlanda	0	0	0	0	26	68	552	1,011	1,597	1,617	1,259	1,129	1,438	1,152	9,847
11 Canadá	10	9	12	19	498	628	1,485	1,513	1,500	1,224	1,617	1,041	843	1,028	11,426
12 Reino Unido	41	37	34	74	265	200	1,602	1,623	1,114	1,161	1,235	885	671	823	9,766
13 Hungría	0	0	0	0	0	0	137	476	839	1,105	1,238	798	554	534	5,681
14 Alemania	24	10	1	1	89	105	502	471	499	539	546	479	475	476	4,216
15 Indonesia	0	0	0	0	3	60	176	273	269	466	549	500	387	352	3,037
Hong Kong (16)	4	2	0	2	97	76	195	187	157	133	208	166	268	254	1,748
Centroamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10	8	7	7	10	54
Honduras (91)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
El Salvador (113)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Guatemala (69)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Costa Rica (34)	0	0	0	0	6	0	0	0	12	10	7	7	7	10	58
Nicaragua (129)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de los 21 países	201	181	183	282	5,655	6,941	46,054	54,090	53,491	59,604	66,727	57,774	61,221	62,782	475,188
Resto del mundo	3	3	7	7	313	295	1,674	1,669	1,526	1,674	1,811	1,275	1,102	1,239	12,596
Total importado por Estados Unidos	204	184	191	289	5,968	7,236	47,728	55,759	55,017	61,278	68,538	59,049	62,323	64,021	487,784
Participación (en porcentajes)															
1 China	0.02	0.14	0.01	0.00	5.47	6.77	4.84	6.02	8.01	9.74	12.05	13.84	19.17	29.14	13.10
2 Japón	29.67	24.31	25.09	27.46	35.77	32.48	25.08	24.32	22.26	20.75	19.55	16.10	13.00	9.89	18.97
3 México	0.01	0.07	0.03	0.08	4.05	2.97	4.44	6.20	7.29	8.96	10.02	14.34	12.68	10.87	9.38
4 Malasia	0.25	0.87	0.28	0.08	2.82	2.89	6.20	6.00	5.74	6.29	7.14	8.54	11.38	12.55	7.95
5 Taiwán	26.76	40.51	43.10	33.52	18.01	21.18	13.26	13.58	12.87	12.03	12.08	11.81	11.36	8.40	12.09
6 Singapur	1.19	0.90	2.66	3.20	7.60	7.74	22.84	20.17	19.27	16.18	12.63	12.02	11.36	10.70	15.04
7 Corea del Sur	1.63	0.02	0.29	0.04	1.94	3.95	4.39	4.35	3.76	6.30	7.50	5.77	4.83	3.65	5.07
8 Filipinas	0.28	0.01	0.00	0.00	0.10	0.23	1.73	2.38	2.43	2.71	3.10	3.60	3.67	2.75	2.76
9 Tailandia	0.00	0.00	0.00	0.01	2.51	1.99	3.97	4.02	4.72	4.08	3.57	3.35	3.34	2.88	3.67
10 Irlanda	0.00	0.02	0.11	0.00	0.44	0.93	1.16	1.81	2.90	2.64	1.84	1.91	2.31	1.80	2.02
11 Canadá	4.78	4.93	6.24	6.42	8.34	8.68	3.11	2.71	2.73	2.00	2.36	1.76	1.35	1.61	2.34
12 Reino Unido	20.17	20.35	17.66	25.58	4.43	2.76	3.36	2.91	2.03	1.89	1.80	1.50	1.08	1.29	2.00
13 Hungría	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.29	0.85	1.52	1.80	1.81	1.35	0.89	0.83	1.16
14 Alemania	11.70	5.54	0.57	0.41	1.49	1.46	1.05	0.84	0.91	0.88	0.80	0.81	0.76	0.74	0.86
15 Indonesia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.84	0.37	0.49	0.49	0.76	0.80	0.85	0.62	0.55	0.62
Hong Kong (16)	2.12	0.91	0.11	0.76	1.63	1.05	0.41	0.34	0.28	0.22	0.30	0.28	0.43	0.40	0.36
Centroamérica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Honduras (91)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Salvador (113)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Guatemala (69)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costa Rica (34)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Nicaragua (129)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de los 21 países	98.58	98.59	96.15	97.56	94.76	95.92	96.49	97.01	97.23	97.27	97.36	97.84	98.23	98.07	97.42
Resto del mundo	1.42	1.41	3.85	2.44	5.24	4.08	3.51	2.99	2.77	2.73	2.64	2.16	1.77	1.93	2.58
Total importado por Estados Unidos	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tasa de crecimiento anual															
1. China	—	601.5	-91.7	-86.7	11,473,526	50.1	371.4	45.3	31.3	35.6	38.3	-1.0	46.2	56.1	174.6
2. Japón	—	-26.0	7.0	66.0	2,587.5	10.1	409.4	13.3	-9.7	3.8	5.4	-29.1	-14.8	-21.8	43.0
3. México	—	398.2	-54.8	284.7	109,386.9	-11.3	886.3	63.2	16.1	36.9	25.1	23.2	-6.6	-12.0	161.9
4. Malasia	—	209.5	-66.2	-55.6	70,294.0	24.3	1,313.4	13.1	-5.6	22.0	27.0	3.0	40.7	13.3	110.2
5. Taiwán	—	36.7	10.3	18.0	1,008.3	42.6	313.0	19.7	-6.5	4.1	12.3	-15.8	1.5	-24.0	42.4
6. Singapur	—	-31.6	206.1	82.8	4,795.1	23.5	1,846.3	3.2	-5.7	-6.5	-12.7	-18.0	-0.3	-3.2	84.3
7. Corea del Sur	—	-98.8	1,323	-78.7	98,522.4	147.4	632.5	15.8	-14.7	86.7	33.1	-33.8	-11.7	-22.2	65.6
8. Filipinas	—	-97.0	-100.0	—	—	186.4	4,862.0	60.4	0.5	24.6	27.7	0.2	7.4	-22.9	85.6
9. Tailandia	—	—	—	—	872,549.3	-4.1	1,218.4	18.2	15.8	-3.7	-2.2	-19.0	5.1	-11.3	218.5
10. Irlanda	—	579.3	432.1	-99.0	1,182,509	157.2	717.0	83.2	58.0	1.3	-22.2	-10.3	27.4	-19.9	155.2
11. Canadá	—	-6.7	31.0	56.2	2,579.6	26.2	136.5	1.8	-0.8	-18.4	32.1	-35.6	-19.1	22.0	43.1
12. Reino Unido	—	-8.9	-10.1	119.7	257.7	-24.5	701.6	1.3	-31.3	4.2	6.4	-28.3	-24.1	22.7	25.9
13. Hungría	—	—	-100.0	—	—	95.3	36,578.2	247.5	76.3	31.8	12.0	-35.6	-30.6	-3.5	171.2
14. Alemania	—	-57.2	-89.4	9.3	7,385.7	18.9	375.7	-6.1	6.0	7.9	1.3	-12.3	-0.8	0.2	25.9
15. Indonesia	—	—	—	—	—	1,817	191.2	55.0	-1.6	73.2	18.0	-8.9	-22.6	-9.0	68.9
Hong Kong (16)	—	-61.2	-88.0	995.6	4,314.9	-21.9	156.1	-3.9	-16.3	-14.9	56.3	-20.5	61.7	-5.2	36.8
Centroamérica	—	—	—	—	—	—	—	-47.4	11,322	-20.1	-22.0	-9.4	7.6	40.6	75.5
Honduras (91)	—	—	—	—	—	—	—	-77.7	237.1	115.7	374.8	-75.3	113.9	-79.0	-2.2
El Salvador (113)	—	—	—	—	—	-17.6	103.9	75.9	395.2	-60.1	-34.6	190.6	-64.5	2,533.8	67.5
Guatemala (69)	—	—	—	—	—	137.5	-55.4	-31.4	41.9	-47.8	831.3	43.2	94.8	-36.9	27.4
Costa Rica (34)	—	—	—	—	—	-92.1	-67.1	-53.0	16,375	-19.7	-24.0	-9.2	5.9	36.7	5.5
Nicaragua (129)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-84.0	-100.0	—	—	1.0	-28.1
Total de los 21 países	—	-9.7	1.1	54.0	1,903.8	22.7	563.5	17.4	-1.1	11.4	12.0	-13.4	6.0	2.5	55.6
Resto del mundo	—	-10.4	182.3	-4.1	4,342.4	-5.7	467.2	-0.3	-8.6	9.7	8.2	-29.6	-13.6	12.4	59.3
Total importado por Estados Unidos	—	-9.7	3.6	51.7	1,963.2	21.3	559.6	16.8	-1.3	11.4	11.8	-13.8	5.5	2.7	55.6

Fuente: Elaboración propia con base en el United States Imports of Merchandise (1990-2003)

[a] Entre paréntesis aparece la posición para el año 2002 de los países Centroamericanos y Hong Kong

Cuadro 6 Estados Unidos: importaciones de productos de la cadena PC (1990-2003)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1990-2003
Valor (millones de dólares)															
Computadoras electrónicas	12	8	10	10	11	10	6,397	7,279	7,266	10,118	13,494	12,134	15,576	19,714	92,040
Dispositivos computacionales de almacenamiento	—	—	—	—	—	—	16,428	19,505	18,152	16,866	16,286	13,353	12,167	11,522	124,279
Otro equipo de computación periférico	191	176	181	280	5,957	7,226	24,904	28,975	29,598	34,294	38,758	33,561	34,580	32,784	271,466
Total importado por Estados Unidos	204	184	191	289	5,968	7,236	47,728	55,759	55,017	61,278	68,538	59,049	62,323	64,021	487,784
Participación (en porcentajes)															
Computadoras electrónicas	6.1	4.4	5.0	3.4	0.2	0.1	13.4	13.1	13.2	16.5	19.7	20.5	25.0	30.8	18.9
Dispositivos computacionales de almacenamiento	—	—	—	—	—	—	34.4	35.0	33.0	27.5	23.8	22.6	19.5	18.0	25.5
Otro equipo de computación periférico	93.9	95.6	95.0	96.6	99.8	99.9	52.2	52.0	53.8	56.0	56.6	56.8	55.5	51.2	55.7
Total importado por Estados Unidos	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tasa de crecimiento anual															
Computadoras electrónicas	—	-34.1	17.8	1.3	13.3	-6.0	61,563.6	13.8	-0.2	39.2	33.4	-10.1	28.4	26.6	76.3
Dispositivos computacionales de almacenamiento	—	—	—	—	—	—	—	18.7	-6.9	-7.1	-3.4	-18.0	-8.9	-5.3	-4.9
Otro equipo de computación periférico	—	-8.1	3.0	54.4	2,031.1	21.3	244.6	16.3	2.2	15.9	13.0	-13.4	3.0	-5.2	48.5
Total importado por Estados Unidos	—	-9.7	3.6	51.7	1,963.2	21.3	559.6	16.8	-1.3	11.4	11.8	-13.8	5.5	2.7	55.6
Tasa arancelaria pagada (en porcentajes)															
Computadoras electrónicas	2.69	2.38	0.83	1.85	1.49	1.71	1.86	1.11	0.62	0.27	0.27	0.00	0.00	0.00	0.30
Dispositivos computacionales de almacenamiento	—	—	—	—	—	—	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Otro equipo de computación periférico	1.11	1.00	0.89	1.12	0.07	0.04	0.78	0.43	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
Total importado por Estados Unidos	1.21	1.07	0.89	1.14	0.07	0.05	0.68	0.38	0.15	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14

Fuente: Elaboración propia con base en el United States Imports of Merchandise (1990-2003)

Cuadro 7 Estados Unidos: importaciones de productos de la cadena PC (1990-2003)

	1990	2000	2001	2002	2003	1990-2003	1990	2000	2001	2002	2003	1990-2003	1990	2000	2001	2002	2003	1990-2003
TOTAL	**Valor (millones de dólares)**						**Porcentaje (segmento de EU = 100)**						**Porcentaje (total de respectivo segmento)**					
Computadoras electrónicas	12	13,494	12,134	15,576	19,714	60,931	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	6.08	19.69	20.55	24.99	30.79	23.98
Dispositivos computacionales de almacenamiento	-	16,286	13,353	12,167	11,522	53,328	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	23.76	22.61	19.52	18.00	20.98
Otro equipo de computación periférico	191	38,758	33,561	34,580	32,784	139,8752	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	93.92	56.55	56.84	55.48	51.21	55.04
Total importado por Estados Unidos	204	68,538	59,049	62,323	64,021	54,134	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
MÉXICO																		
Computadoras electrónicas	0	2,803	3,270	3,654	3,953	20,886	0.21	20.77	26.95	23.46	20.05	34.28	100.00	40.80	38.62	46.22	56.82	45.67
Dispositivos computacionales de almacenamiento	0	217	218	183	152	870	0.00	1.33	1.63	1.51	1.32	1.63	0.00	3.16	2.57	2.32	2.18	1.90
Otro equipo de computación periférico	0	3,849	4,978	4,069	2,852	23,975	0.00	9.93	14.83	11.77	8.70	17.14	0.00	56.03	58.81	51.47	41.00	52.43
Total importado por Estados Unidos	0	6,869	8,466	7,906	6,956	45,731	0.01	10.02	14.34	12.68	10.87	17.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
CHINA																		
Computadoras electrónicas	0	1,135	514	1,276	5,557	8,725	0.00	8.41	4.23	8.19	28.19	14.32	0.00	13.75	6.29	10.68	29.79	13.66
Dispositivos computacionales de almacenamiento	0	1,210	1,327	1,713	1,727	9,221	0.00	7.43	9.94	14.08	14.99	17.29	0.00	14.66	16.24	14.34	9.26	14.43
Otro equipo de computación periférico	0	5,911	6,332	8,958	11,368	45,940	0.02	15.25	18.87	25.91	34.68	32.84	100.00	71.59	77.48	74.98	60.95	71.91
Total importado por Estados Unidos	0	8,256	8,173	11,947	18,653	63,886	0.02	12.05	13.84	19.17	29.14	25.14	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
HONG KONG																		
Computadoras electrónicas	0	5	3	6	8	49	1.49	0.03	0.03	0.04	0.04	0.08	4.28	2.20	2.02	2.42	3.09	2.80
Dispositivos computacionales de almacenamiento	0	20	14	14	14	140	0.00	0.12	0.10	0.12	0.12	0.26	4.28	9.64	8.17	5.37	5.53	8.02
Otro equipo de computación periférico	4	184	149	247	232	1,559	2.16	0.47	0.44	0.71	0.71	1.11	95.72	88.16	89.81	92.22	91.38	89.18
Total importado por Estados Unidos	4	208	166	268	254	1,748	2.12	0.30	0.28	0.43	0.40	0.69	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Dussel Peters, 2004

por el contrario, la participación de China en ese segmento es muy inferior y se ha especializado en el segmento de otro equipo de computación periférico. No obstante esta aparente complementariedad, la estructura anterior sufrió significativos cambios en 2001-2003. Sólo en 2003 las exportaciones chinas aumentaron espectacularmente 56.1%, y en el segmento de computadoras electrónicas lo hizo 335.6%. Como resultado, la cuota de mercado de China en este segmento aumentó de 4.23% en 2001, a 28.19% en 2003, mientras que la mexicana cayó de 26.95% a 20.05%. Este rápido ajuste indica un desplazamiento directo de las exportaciones mexicanas y del resto del mundo por las chinas en el mercado estadounidense. En el segmento de otro equipo de computación periférico se aprecian tendencias semejantes desde 2001, aunque en este caso China ha tenido desde los noventa una cuota superior a México.

Los resultados del análisis de los principales productos mexicanos de exportación a Estados Unidos a 10 dígitos del Sistema Armonizado, así como los principales competidores de sus respectivos principales tres productos de exportación, presentan un desempeño variado. Destaca, por un lado, un alto grado de concentración en los principales 25 productos: tanto para México como para China estos 25 productos representaron más de 95% de las exportaciones de la cadena a Estados Unidos en 2003. De los tres principales productos mexicanos, México compite directamente con China en dos: en un caso ha sido desplazado por China (fracción 8471603500), mientras que en la otra (8471500085) México desplaza a China. En la tercera fracción (8471300000) México ha perdido significativamente su cuota en el mercado estadounidense ante Taiwán y Malasia.[16]

3 Conclusiones

El presente artículo destaca, en su primera parte, que es fundamental comprender los conceptos de "globalización" y "competitividad" desde una perspectiva territorial y no sólo a nivel microeconómico o macroeconómico. Si bien ambos conceptos están de moda y son de uso frecuente en muy diversos foros y medios, es importante establecer que el proceso de globalización

[16] Este tipo de análisis, a 10 dígitos del Sistema Armonizado, requiere de mayor profundidad y puede llevarse a cabo con el Anexo Estadístico proporcionado por Dussel Peters, 2004b.

profundiza el proceso de encadenamientos mercantiles globales y sus efectos territoriales. Desde esta perspectiva, e incorporando el debate sobre la competitividad, no es condición suficiente participar mediante exportaciones en el mercado mundial y/o mediante empresas "competitivas": en la actualidad es fundamental comprender los aspectos de la "competitividad sistémica" y sus efectos territoriales. Imaginémonos, en el supuesto contrario, un grupo de empresas "altamente competitivas", pero sin encadenamientos con el resto de las empresas en los respectivos territorios. Las condiciones específicas de endogeneidad territorial, desde esta perspectiva, son fundamentales, y van más allá de la "estabilidad macroeconómica". Esta misma sección señala, con cierto detalle, los retos específicos de la cadena de valor de la electrónica y los retos que requiere sobrellevar políticas conjuntas entre los sectores privado y público.

El segundo apartado del documento señala que la industria electrónica en México es paradigmática para comprender que un pequeño grupo de empresas, actividades, ramas y entidades federativas han participado en el proceso de globalización, en este caso concretamente en el proceso de integración al mercado estadounidense. Si bien las exportaciones mexicanas han sabido participar crecientemente en ese mercado, ante el incremento de la presencia asiática en él, la mayoría de estas exportaciones depende de procesos de importaciones temporales para su reexportación.

Destaca, por un lado, que no obstante la dinámica en el comercio exterior, la electrónica continúa observando importantes déficit comerciales, mientras que su participación en el empleo es reducida. Así, su potencial de endogeneidad territorial y de integrar procesos en México es grande, aunque no se ha aprovechado por el momento. Por otro lado, la electrónica y las PC han sufrido una profunda crisis desde 2001, proceso que apenas durante 2004 pareciera haberse estabilizado. Las causas de este proceso, en general vinculadas a la falta de condiciones competitivas para el sector, han sido analizadas desde múltiples perspectivas en este libro.[17]

Además de la falta de financiamiento y un tipo de cambio sistemáticamente sobrevaluado, la falta de competitividad de la electrónica y PC ha sido evidente durante 2001-2003 en la competencia con China en el mercado estadounidense, el principal para las exportaciones mexicanas: es reciente

[17] Véase, entre otros, los artículos de Carrillo-Contreras; De León; Palacios; Partida-Moreno y Rivera en este libro.

que las exportaciones mexicanas hayan sido desplazadas de manera masiva por la competencia china en Estados Unidos; paralelamente, las exportaciones chinas a México han logrado montos considerables, convirtiéndose en 2003 en el principal exportador hacia México bajo este rubro (PC).

En varios de los documentos del libro se presentan propuestas específicas sobre los tópicos examinados. Sin embargo, en general, es importante señalar que los sectores privado y público requieren tomar medidas enérgicas respecto de Asia y China para hacer frente a las limitaciones de competitividad que actualmente existen en México. Es imperativo que estos sectores vayan más allá de los Programas de Competitividad formulados también para la electrónica: la reducción arancelaria, de por sí ínfima en el mercado estadounidense, no es suficiente ante las enormes dimensiones de los retos.[18]

En caso de no "apostar" por programas regionales-sectoriales, medidas macroeconómicas que favorezcan al sector productivo y al personal especializado, y por recursos para proyectos específicos, considerando las medidas de otros competidores, el sector continuará rezagado y lejano a tasas de crecimiento de dos dígitos alcanzadas durante los ochenta y los noventa. Las propuestas en los diversos apartados del libro son claras: se requiere tomar medidas urgentes con el objeto de integrar cadenas de mayor valor agregado con proyectos específicos, ya que continuar con la fuerza de trabajo barata como principal ventaja competitiva no tiene futuro, pues Asia y Centroamérica, entre otros, son actualmente más baratos que México en este sentido. Así, es también indispensable que los sectores público y privado realicen ferias y misiones para atraer inversiones estratégicas en la electrónica y PC, y que se tomen medidas inmediatas para vincular las empresas electrónicas existentes con los centros de educación de las respectivas regiones. Estas propuestas existen en forma concreta desde hace una década al menos; los sectores público y privado tienen la palabra.

[18] En el caso de China, por ejemplo, desde finales de los noventa se ha apoyado masivamente a empresas establecidas en China vía el reembolso del Impuesto al Valor Agregado, la coordinación de instituciones públicas y privadas a nivel local, regional y central, así como a través de fondos de apoyo a actividades de alta tecnología, incluyendo 808 fracciones a 8 dígitos del Sistema Armonizado (Dussel Peters, 2004b).

Índice de referencias

AEA (American Electronics Association) (2003) *Defining the high-tech industry*, Pennsylvania AEA

Álvarez Galván, José Luis y Enrique Dussel Peters (2001) "Causas y efectos de los programas de promoción sectorial en la economía mexicana", *Comercio Exterior*, LI(5): 446-456

Bair, Jennifer y Enrique Dussel Peters (2004) "Global Commodity Chains and Endogenous Growth: Export Dynamism and Development in Mexico and Honduras", Mimeo

Bancomext (Banco Nacional de Comercio Exterior) (2004) *Sistema de Información Comercial-México (SIC-M). Información a julio*. México, Bancomext

Bank, David y Gary McWilliams (2004) "Al rojo la guerra de las PC", *Reforma/The Wall Street Journal Americas*, México, 12 de mayo, 6A

Borrus, Michael y John Zysman (1998) "Globalization with Borders: The Rise of Wintelism as the Future of Industrial Competitions" en: Zysman, John y Andrew Schwartz (edits.) (1998) *Enlarging Europe: the Industrial Foundations of a New Political Reality*, University of California at Berkeley, International and Area Studies, 27-62

Cafod (2003) Clean up your computer. Working conditions in the computer sector. Cafod, Reino Unido

Chang, Ha-Joon (2002) *Kicking Away the Ladder. Development Strategy in Historical Perspective*, Londres, Anthem Press

Dedrick, Jason y Kenneth L. Kraemer (1998) *Asias's Computer Challenge*, Nueva York, Oxford University Press

Dussel Peters, Enrique (1999) "La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa" en: *Desarrollo Productivo* Santiago de Chile/CEPAL, 55

Dussel Peters, Enrique (2000) *Polarizing Mexico. The Impact of Liberalization Strategy*, Boulder, Colorado, Lynne & Rienner

Dussel Peters, Enrique (2001) "Un análisis de la competitividad de las exportaciones de prendas de vestir de Centroamérica utilizando los programas y la metodología CAN y MAGIC", *Serie Estudios y Perspectivas* (LC/L.1520-P): 1-57

Dussel Peters, Enrique (2003) "Ser maquila o no ser maquila, ¿es esa la pregunta?", *Comercio Exterior*, 53(4): 328-336

Dussel Peters, Enrique (2004a) "La competitividad de la industria maquiladora de exportación en Honduras. Condiciones y retos ante el CAFTA", México, CEPAL, Subsede México, 17 de febrero: 213; http://www.cepal.org.mx

Dussel Peters, Enrique (2004b) "Retos económicos de China para México y Centroamérica", México, CEPAL, LC/MEX/633; http://www.cepal.org.mx

Dussel Peters, Enrique; Luis Miguel Galindo Paliza, y Eduardo Loría Díaz (2003) *Condiciones y efectos de la inversión extranjera directa y del proceso de integración regional en México durante los noventa. Una perspectiva macro, meso y micro*, México, BID/INTAL, UNAM y Plaza y Valdés

Ernst, Dieter (2000) "The Economics of Electronics Industry. Competitive Dynamics and Industrial Organization", *East-West Center Working Papers*, 7

Ernst, Dieter (2001) "The New Mobility of Knowledge: Digital Information Systems and Global Flagship Networks", *East-West Center Working Papers*, 30: 1-46

Ernst, Dieter (2003) "Global Production Networks, Innovation and Work: Why Chip and System Design in the IT Industry are Moving to Asia", *East-West Center Working Papers*, 63: 1-18

Ernst, Dieter (2004) "Late innovation strategies in Asian electronics industries: a conceptual framework and illustrative evidence", *East-West Center Working Papers*, 66: 1-28

Ernst, Dieter y Boy Lüthje (2003) "Global production networks, innovation, and work: why chip and system design in the IT industry are moving to Asia", *East-West Center Working Papers*, 63: 1-15

Esser, Klaus; Wolfgang Hillebrand; Dirk Messner, y Jörg Meyer-Stamer (1999) "Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política" en: Klaus Esser (edit.) *Competencia global y libertad de acción nacional. Nuevo desafío para las empresas, el Estado y la sociedad*, Caracas, Nueva Sociedad: 69-85

Gereffi, Gary; John Humphrey; Raphael Kaplinsky, y Timothy Sturgeon (2001) "Introduction: Globalisation, Valve Chains and Development, *IDS Bulletin*, 32 (3): 1-8

Humphrey, John y Hubert Schmitz (2000) "Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research", *IDS Working Paper*, 120: 1-37

Humphrey, John y Hubert Schmitz (2001) "Governance in Global Value Chains", *IDS Bulletin*, 32 (3): 19-29

ITAA (Information Technology Association of America) (2004) *Executive summary: the comprehensive impact of offshore IT software and services outsourcing on the U.S. economy and the IT industry*, Arlington, ITAA/Global Insight

Katz, Jorge y Giovanni Stumpo (2001) "Regímenes competitivos sectoriales, productividad y competitividad internacional", Desarrollo Productivo (CEPAL) 103: 1-57

Kraemer, Kenneth L. y Jason Dedrick (2002) "Enter the Dragon: China's Computer Industry", *Computer* (CRITO), febrero

Lall, Sanjaya (1999) *Strategic Vision and Industrial Policies for the New Millenium*, Documento preparado para el UNIDO Asia-Pacific Forum, Bangkok, septiembre

Lüthje, Boy (2004) *Global production, industrial development, and new labor regimes in China: the case of electronics contract manufacturing* en: Mary Gallagher, Ching-Kwan Lee (edits.), *China: The Labor Reform*, Londres, Routledge

Lüthje, Boy; Wilhelm Schumm, y Martina Sproll (2002) *Contract Manufacturing. Transnationale Produktion und Industriearbeit in der IT-Brance*, Frankfurt/Nueva York, Campus Verlag

Messner, Dirk (2002) "The Concept of the World Economic Triangle: Global Governance Patterns and Options for Regions", *IDS (Institute for Development Studies)*, Working Paper, 173: 1-99

Messner, Dirk y Jörg Meyer-Stamer (1994) "Systemic Competitiveness: Lessons from Latin America and Beyond–Perspectives for Eastern Europe", *The European Journal of Development Research*, 6 (1): 89-107

Meyer-Stamer, Jörg (2000) "Estrategias de desarrollo territorial basadas en el concepto de competitividad sistémica", *El Mercado de Valores*, LX(9): 48-60

Meyer-Stamer, Jörg (2001) "Was ist Meso? Systemische Wettbewerbsfähigkeit: Analyseraster, Benchmarking-Tool und Handlungsrahmen", *INEF Report*, 55 (Institute for Development and Peace at the Gerhard-Mercator University Duisburg): 1-52

Palacios, Juan José (2001) *Production Networks and Industrial Clustering in Developing Regions. Electronics manufacturing in Guadalajara, Mexico*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara

Porter, Michael (1990) *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, The Free Press

Porter, Michael (1998) *On Competition*, Boston, Harvard Business Review

Porter, Michael (2000) "Location, Competition and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy", *Economic Development Quarterly*, 14(1): 15-34

Rabellotti, Roberta (1997) *External Economies and Cooperation in Industrial Districts. A Comparison of Italy and Mexico*, Nueva York, McMillan Press

Rivera Vargas, Isabel (2002) *Technology Transfer Via University-Industry Relationship*, Nueva York/Londres, Routledge Falmer

Runiewicz, Tom (2004) "U.S. industrial growth: who will lead in 2004?", *Global Insight*: 1

Schmitz, Hubert (1997) "Collective Efficiency and Increasing Returns", *IDS Working Paper*, 50

SE (Secretaría de Economía) (2004) *Programa de Competitividad para la Industria Electrónica y de Alta Tecnología*, http://www.economia.gob.mx/?P=1129, consultado en septiembre

USITC (United States International Trade Commission) (1997) Production Sharing: Use of U.S. Components and Materials in Foreign Assembly Operations. Washington, D.C. USITC, Publication 3032

USITC (1998) Shifts in U.S. Merchandise Trade in 1998. USITC Publication 3220

Vázquez Barquero, Antonio (1999) *Desarrollo, redes e innovación*, España, Ediciones Pirámide

Woo, Guillermo (2001) "Hacia la integración de pequeñas empresas en la industria electrónica de Jalisco: dos casos de estudio" en Enrique Dussel Peters (coordinador), *Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México*, México, Canacintra/CEPAL/JUS, 19 de marzo: NEG 1. 2002

Yu, Albert (1998) *Creating the Digital Future. The Secrets of Consistent Innovation at Intel*, Nueva York, The Free Press

Zysman, John (2003) "Strategic Asset or Vulnerable Commodity? Manufacturing in a Digital Era", Mimeo

2

El Valle del Silicio Mexicano: orígenes, evolución y características del complejo industrial de la electrónica en Guadalajara

Juan José Palacios Lara

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Guadalajara,[1] capital del Estado de Jalisco, y su región metropolitana han sido calificadas en círculos corporativos nacionales e internacionales como el Valle del Silicio Mexicano desde finales de los años ochenta del siglo pasado (*Business Week*, 1989; *Expansión*, 1989), en virtud del notable número de plantas de alta tecnología que algunas de las firmas multinacionales más grandes del mundo en la industria electrónica han establecido en esta parte de México desde hace más de tres décadas. A mediados de los años noventa se introdujo un nuevo adjetivo, Silicon Valley South o el Valle del Silicio del Sur, con miras a establecer que esta región es la única de América que lo merece, *vis-à-vis* con otros conglomerados similares, tal como el de Campinas, cerca de São Paulo, Brasil.[2] El fenómeno ocurrió durante el mo-

[1] La ciudad se extiende por los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga; tiene una superficie territorial de 800 Km^2 y una población de cuatro millones de habitantes. Asimismo, alberga 70% de las actividades industriales y 55% de la población de Jalisco.

[2] El Gobierno del Distrito Federal, sede de la capital de México, ha considerado convertir a esta entidad en otro émulo de Silicon Valley, a fin de aprovechar las ventajas de esa aglomeración urbana atrayendo empresas tecnológicas, en particular de software (Vela del Bosque, 2001).

mento que propiciaron la suscripción del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), a finales de 1993, y las políticas económicas de corte neoliberal instrumentadas desde finales de los ochenta por el gobierno federal mexicano.

La nueva denominación, Silicon Valley South, fue retomada por el Gobierno del Estado de Jalisco y la Delegación Occidente de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones e Informática (Canieti) para emprender una ambiciosa estrategia de promoción que coadyuvaría al auge sin precedentes que experimentó la industria en esta región del socio más austral del TLCAN en la segunda mitad de la década de los noventa.

Dada la naturaleza y origen de los factores que dieron lugar al surgimiento y desarrollo de este conglomerado, se trata de un fenómeno cualitativamente distinto al del Silicon Valley original, lo cual ha marcado desde un principio su carácter y, por lo tanto, sus formas y posibilidades de desarrollo. No obstante, también es cierto que en diferentes momentos de su evolución, el mismo lugar ha presentado algunos rasgos característicos de aquella formación paradigmática ubicada en la parte central de California, en Estados Unidos de América (Palacios, 1992).

El contexto y las condiciones del lugar han motivado la realización de numerosos reportajes periodísticos,[3] así como estudios de carácter académico (Palacios, 1992; Dussel, 1998; Dussel y Ruiz Durán, 2000; Rivera, 2002) y reportes técnicos y gubernamentales (Cadelec-ITESM, 2000; Seproe, 2000) sobre Guadalajara en tanto émulo reconocido de Silicon Valley, y cuando menos, centro de manufactura electrónica de alta tecnología, de importancia no sólo en México sino en Norteamérica y en toda la llamada Cuenca del Pacífico.[4] Estos trabajos han permitido avanzar en la comprensión de

[3] *E.g.* "Salsa and Chips", *Los Angeles Times*, 8 de marzo de 1998; "High-tech jobs transfer to Mexico with surprising speed", *The Wall Street Journal*, 9 de abril de 1998; "Contract manufacturing creates Guadalajara, Mexico, technology corridor", *Dallas Morning News*, 9 de septiembre de 1999; "Do PC jobs in Mexico benefit state?" *The Wall Street Journal Interactive Edition*, 28 de julio de 1999; G. Pierre Goad, "The Mexican Wave", *Far Eastern Economic Review*, 11 de noviembre de 1999; Jennifer Bjorhus, "Mexico's Silicon Valley", *The San Jose Mercury News*, 3 de diciembre de 2000; Philip Siekman, "High-Tech Mexico: Guadalajara, with its stable work force, is the favorite Mexican factory town of sophisticated U.S. companies", *Fortune Magazine*, núm. 158, 29 de octubre de 2001.

[4] Región transcontinental que comprende todos los países y territorios que tienen litoral en el Océano Pacífico, comprendiendo Asia, Oceanía y América; aquí se ubican los principales competidores comerciales de México respecto del mercado norteamericano.

este caso desde la perspectiva del propósito que respectivamente los anima, aportando conocimiento acerca de los factores que originaron su nacimiento y determinaron la forma en que se produjo su desarrollo inicial. No obstante, dado que se trata de un fenómeno vivo y dinámico, las preguntas que surgieron hace dos décadas sobre dichos factores siguen siendo vigentes y por lo tanto relevantes, en tanto su respuesta es necesaria para avanzar en la caracterización teórica y conceptual de esta formación industrial *sui generis*.

En consecuencia, el presente ensayo busca continuar el avance en ese sentido, a fin de ampliar la comprensión del fenómeno citado para formular una caracterización válida del mismo, con base en la cual sea posible diseñar acciones de política que permitan influir sobre su desarrollo futuro de acuerdo con los objetivos que la sociedad jalisciense determine, a través de su gobierno y sus diversos órganos de representación social, política y empresarial. El referente seminal será la experiencia de Silicon Valley, así como los esquemas conceptuales más relevantes en la literatura sobre conglomerados industriales y tecnológicos producida en décadas recientes, en particular los relativos a las figuras de zona industrial para la exportación, distrito industrial, tecnopolo y cluster, este último en la versión que formulara y popularizara Michael Porter.

1 Surgimiento y desarrollo inicial[5]

La industria electrónica en Guadalajara nació a finales de los años sesenta con el establecimiento de plantas subsidiarias de dos de las compañías multinacionales más importantes de la industria: Motorola de México e Industrias Mexicanas Burroughs.[6] Ambas iniciaron operaciones en 1968, Burroughs ensamblando semiconductores, radios y micrófonos, y Motorola fabricando cables, fuentes de poder y arneses. Siemens, el gigante alemán, había sido el pionero en la región al instalar en 1962 una planta en La Tijera, a cinco kilómetros al sur de Guadalajara, en la que producía motores eléctricos, con-

[5] Esta sección se basa en estudios anteriores del autor (Palacios, 1990; 1997, cap. V; 2001), en reportes posteriores de los que es coautor (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999; Dedrick, Kraemer y Palacios, 2001; Dedrick *et al.* 2001), así como en entrevistas que ha realizado desde entonces.

[6] Burroughs se convirtió en Unisys años más tarde al fusionarse con Sperry; en 2000, Motorola fue adquirida por On Semiconductors, de la que adoptó el nombre.

tractores y switches de baja tensión, para los cuales adquiría localmente la mayoría de los insumos y materiales necesarios.

Lo anterior fue propiciado en buena medida por las facilidades que otorgaba el Programa de Maquiladoras del gobierno mexicano para atraer nuevas inversiones de empresas estadounidenses. Instituido en 1965, este programa tenía un área inicial de aplicación circunscrita a una franja de 20 kilómetros a lo largo de la frontera de México con Estados Unidos, y permitía importar partes, componentes y equipo libres de aranceles, siempre y cuando los productos que se ensamblara con ellos fueran exportados.[7] No obstante estas facilidades, vigentes en la franja fronteriza, algunas ciudades del interior del país ya presentaban por esos años ventajas atractivas para la localización de nuevas plantas de ensamble y manufactura, lo cual propició que firmas multinacionales líderes en la industria electrónica mundial, como Motorola y Burroughs, buscaran aprovechar las que en particular ofrecía la segunda ciudad más grande de México. Tales ventajas, las cuales atrajeron a Guadalajara tanto a esas compañías pioneras como a las que se establecieron en el área en las décadas subsecuentes, incluyen las siguientes:

- Una localización estratégicamente conveniente en Norteamérica, a tres horas del principal puerto mexicano en el Pacífico, por tierra, y a dos horas de los *hubs* de distribución más importantes en Estados Unidos, por aire.
- Una infraestructura suficiente de comunicaciones terrestres y telecomunicaciones, incluyendo autopistas de acceso, un aeropuerto internacional y servicios aduanales completos.
- Disponibilidad suficiente de agua, en fuerte contraste con la escasez que ya desde los años sesenta se experimentaba en las ciudades de la frontera.
- Abundante oferta de mano de obra dócil y barata.
- Una adecuada oferta de personal técnico y gerencial.
- Virtual ausencia de rotación de personal, que en la frontera llegaba hasta el 50 por ciento y más, particularmente de los años ochenta en adelante.

[7] La contraparte estadounidense del programa de maquiladoras fueron las fracciones 806.30 y 807.00 del US Tariff System.

- Sindicatos y centrales obreras amigables con las que siempre ha sido posible negociar pactos de flexibilidad laboral.
- Una infraestructura urbana razonablemente desarrollada.
- Una estructura industrial considerablemente diversificada.
- Adecuada oferta de servicios industriales (reparación, mantenimiento, transporte).
- Presencia de un buen número de universidades y una cantidad de escuelas técnicas que proveían cuadros técnicos y profesionales de calidad, así como escuelas para los hijos de gerentes de las compañías multinacionales.
- Una oferta cultural diversa y sofisticada, así como múltiples oportunidades de entretenimiento y recreación.

Durante los años setenta, otras dos grandes firmas estadounidenses, General Instrument y el gigante International Business Machines (IBM) establecieron sendas subsidiarias en Guadalajara. General Instrument, que años después se convirtió en CP Clare Mexicana, empezó operaciones en 1974 en el municipio de Tlaquepaque, también bajo el régimen de maquiladoras, ensamblando relays y supresores de picos de corriente. Por su parte, IBM instaló en 1975, en el Corredor Industrial de El Salto, lo que sería la primera planta de manufactura de la firma en México produciendo máquinas de escribir tanto para el mercado nacional como para exportación, lo cual hizo hasta 1987. Una década más tarde en 1985, IBM obtuvo autorización del gobierno mexicano para establecer, en su mismo complejo de El Salto, una subsidiaria 100% de su propiedad para manufacturar microcomputadoras para exportación, lo que constituyó el primer caso de esta naturaleza. Un factor adicional que aumentó el atractivo de Guadalajara y de otras regiones del interior del país fue la extensión del Programa de Maquiladoras a todo el territorio nacional en 1972; el objetivo fue fomentar el desarrollo industrial en todas las regiones del país, no obstante que se lograra vía la instalación de plantas dedicadas a actividades de ensamble cuyo uso de mano de obra fuera altamente intensivo.

De finales de los años sesenta a mediados de los setenta del siglo pasado, se formó una importante aglomeración de empresas multinacionales que en años subsecuentes detonaría el despegue de la industria electrónica en Jalisco,

marcando cualitativamente el carácter del fenómeno y el origen extranacional de los factores y las fuerzas que lo impulsarían.

A lo largo de la década de los ochenta y principios de los noventa, fueron iniciados en la región otros proyectos consistentes en una mezcla de coinversiones, subsidiarias con 100% de propiedad extranjera y, por primera vez, lo que en este capítulo se denominan "empresas de gestación interna", el equivalente en español de la expresión inglesa *spin-offs*, y "empresas de generación local", equivalente de *start-ups*. De esta forma, el desarrollo de la electrónica en Guadalajara comenzó a presentar en esos años rasgos del proceso "bola de nieve" de creación de empresas que había caracterizado al Silicon Valley desde sus inicios (Palacios, 1992).

A continuación se refieren los casos más importantes de esa etapa del proceso, agrupándolos en dos categorías: subsidiarias de propiedad extranjera y coinversiones, empresas de gestación interna y empresas de generación local.

1.1 Subsidiarias extranjeras y coinversiones

En 1982, Hewlett-Packard (HP) estableció en Loma Bonita, al sur de Guadalajara, su primera planta de manufactura en México para producir minicomputadoras, bajo el Programa para la Promoción de la Industria Electrónica instituido en 1981. Dos años después, HP empezó a fabricar computadoras personales por primera vez en Latinoamérica, introduciendo su nueva tecnología *touchscreen* en la producción de sus modelos HP150 y Vectra. Además, la subsidiaria creó un pequeño departamento de investigación y desarrollo (I&D) con poco menos de una veintena de ingenieros mexicanos, el cual pronto ganó reconocimiento internacional por el diseño de memorias y otros componentes y circuitos para minicomputadoras.

En 1985, Tulon de México, estableció en el área una planta con capital 100% estadounidense para hacer taladros para tarjetas de circuito impreso. Shizuki Electronics, otra subsidiaria de capital 100% estadounidense, inició a su vez operaciones en 1986 en una incipiente área industrial sobre el Anillo Periférico al sur de Guadalajara.

En ese mismo año, la subsidiaria local de Kodak, Corp., Industria Fotográfica Interamericana, la cual había fabricado hasta entonces películas fotográficas, construyó unas nuevas instalaciones en su planta ubicada en el municipio de Zapopan, en donde inició la producción de discos flexibles para computadoras personales, arneses y tarjetas de circuito impreso (PCB por sus siglas en inglés) para fotocopiadoras y equipo médico.

También en 1986 se establecieron Wang y Tandem Computers en el Corredor Industrial de El Salto y la Zona Industrial El Álamo, respectivamente. Wang se dedicó a la manufactura de fuentes de poder y estaciones de trabajo, así como al ensamblado tanto de minicomputadoras como de computadoras personales hasta 1992, cuando la fuerte competencia de firmas asiáticas forzó a la compañía a cerrar la planta. A su vez, Tandem ensambló computadoras personales hasta mediados de los años noventa.

Un factor que hizo más propicio el ambiente de negocios en esos años fue el ingreso de México al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) gestionado por la administración del presidente Miguel de la Madrid, el cual entró en vigor en 1986 y proyectó al país en los círculos económicos y los mercados internacionales.

Molex de México se estableció en 1989 en el Parque Industrial Guadalajara, sobre la carretera a Chapala, como otra empresa de capital 100% extranjero, en tanto subsidiaria de la corporación estadounidense Molex Corp., la cual había puesto antes en operación otras dos plantas en el Estado de Sonora, en el noroeste de México. Desde un principio, la planta de Guadalajara ha producido cables y conectores para equipos de cómputo y otros aparatos electrónicos.

Las empresas más importantes que se establecieron en Guadalajara en los ochenta bajo la figura de la coinversión fueron Cherokee Electrónica, Adelantos de Tecnología, AT&T y NEC de México. Cherokee Electrónica inició operaciones en 1985 como una coinversión mexicano-estadounidense para ensamblar fuentes de poder. Adelantos de Tecnología (Adtec), por su parte, se inauguró en 1987 para fabricar PCB para la planta de IBM en El Salto como una coinversión entre el gigante estadounidense de la aeronáutica Space Craft, Inc. (con 49% de las acciones) y el Grupo Elamex de Ciudad Juárez, Chihuahua (con 51%). Años después, Adtec y todas sus instalaciones fueron adquiridos por la nueva firma SCI Systems, Inc.

En 1990, dos gigantes mundiales de las telecomunicaciones, NEC y AT&T, instalaron plantas de ensamble en la región, ambas bajo el régimen de maquiladoras. NEC de México se estableció como una coinversión mexicano-japonesa en el Corredor Industrial de El Salto, produciendo teléfonos celulares controlados por microprocesadores. Por su parte, AT&T construyó una planta totalmente computarizada sobre el Anillo Periférico, al sur de Guadalajara, introduciendo tecnología de punta para manufacturar contestadoras telefónicas. Para entonces ya operaban en el área otras tres plantas dedicadas al ensamble de teléfonos convencionales: Telectra, de capital alemán; Mitel,

una filial de la firma franco-canadiense de ese nombre; y Wang, ya mencionada. De esa manera se conformó en Guadalajara, a principios de los noventa, una incipiente aunque significativa industria de telefonía y telecomunicaciones, la cual estaba integrada por ese grupo de subsidiarias de compañías extranjeras.

Finalmente, a mediados de esa década, dos nuevas coinversiones se establecieron en el área: Panamericana de Tecnología (49% capital estadounidense) y Circuit Assembly de México, la cual en realidad era prácticamente una empresa extranjera (99% capital estadounidense).

1.2 Empresas de gestación interna (*spin-offs*) y de gestación local (*start-ups*)

Como ha quedado de manifiesto, la presencia de subsidiarias de corporaciones líder en la industria fue desde el principio el origen y motor de desarrollo de la electrónica en esta parte de México, y ha gestado las condiciones para la creación, en ciertos momentos, de nuevas empresas que se desprenden de las subsidiarias, así como de otras que han surgido de la iniciativa de empresarios locales. A continuación se describen los casos más sobresalientes en la experiencia jalisciense.

El caso más antiguo, y tal vez el más notable, fue el de Electrónica Zonda.[8] Esta empresa 100% mexicana fue establecida en 1970 para fabricar radios portátiles y años después radioconsolas que aún eran populares en México en esa época. Hacia 1975, Zonda se había convertido en el mayor fabricante de radioconsolas en México. A finales de los setenta, la empresa creó cuatro compañías subsidiarias estableciéndolas en la ciudad fronteriza de Tijuana, Baja California como parte de una agresiva estrategia de expansión y diversificación que emprendió en esos años. Las nuevas compañías eran: Sonimex (equipos de audio), Refrimex (refrigeradores), Tvmex (televisores) y Compumex (computadoras personales). Sin embargo, la devaluación del peso mexicano de 1982 frustró los planes de las últimas tres, únicamente sobrevivió Sonimex.

[8] La información sobre esta compañía fue obtenida en una entrevista realizada por el autor en septiembre de 1998 a un ex empleado de Zonda cuyo papel fue, como ingeniero en jefe, clave en el desarrollo y consolidación de la compañía.

La línea de ensamble de aparatos electrónicos de Zonda fue trasladada en ese año a las instalaciones de Sonimex en Tijuana, donde a partir de entonces se hicieron los subensambles preliminares y los artículos semiensamblados (chasis, tarjetas madre), que subsecuentemente eran trasladados a la planta de Guadalajara para el ensamble final de los aparatos. Sonimex fue cerrada en 1987 al igual que la línea de producción de la planta de Zonda en Guadalajara, la cual fue convertida en una bodega.

En 1988, Zonda negoció con Goldstar y otras compañías asiáticas para producir televisores con la marca Zonda; además creó una nueva empresa fabricante de computadoras personales, Logix Computadoras, cuya línea de producción fue implementada en las instalaciones de Zonda en Guadalajara. Las PCB, las tarjetas madre y todos los demás componentes electrónicos eran importados de Asia y Estados Unidos. Las computadoras Logix se fabricaron hasta 1993, cuando Zonda se vio forzada a descontinuar su producción por no ser capaz de competir con otras marcas nacionales que empezaron a inundar el mercado interno, especialmente Lanix y Gama. Un año después, Zonda se vio seriamente afectada por la devaluación del peso en diciembre de 1994, resultado que duplicó en sólo unos cuantos días los enormes pasivos que la empresa tenía en dólares americanos con sus socios asiáticos. Desde entonces, la línea de negocios de Electrónica Zonda se redujo a la comercialización de equipo de audio importado.

Otras empresas de generación local significativas fueron Microton, Wind Computers, Kitron y Desarrollo Electrónico Integral (Delinte). Microton empezó a producir microcomputadoras en 1979 con su propia marca hasta 1986, cuando la compañía fue transformada en Info-Espacio, una nueva firma que ensamblaba buffers y proporcionaba servicios de reparación y mantenimiento a computadoras personales.

En un caso similar al de Apple, Wind Computers empezó como un taller de cochera en 1981 ensamblando computadoras con componentes y partes importados, si bien con un diseño y una marca propios. En sus instalaciones, Wind realizaba otras operaciones como quemado y otras pruebas de desempeño, así como presentación, empacado y comercialización. Aunque la compañía tenía un gran potencial de crecimiento, fue cerrada en menos de una década a raíz del temprano fallecimiento de su fundador.

Por su parte, Kitron inició en 1982 también como taller de cochera, dedicándose a la manufactura de instrumentos de control digital. Hacia 1990, y no obstante su escaso tamaño, Kitron ya había establecido un pequeño departamento de diseño con una docena de ingenieros locales. Por último, Delinte fue establecida en 1982 como empresa familiar por un empresario y

técnico local de Guadalajara,[9] quien en 1998 aún era su director general. La empresa importaba las partes y componentes que requería para sus productos desde una oficina en Laredo, Texas manejada por un gestor (*broker*). A finales de los noventa, las operaciones de Delinte incluían manufactura, ensamble y pruebas de PCB de uno y dos lados; diseño y programación de circuitos electrónicos y microchips, y diseño y fabricación de juegos mecánicos. Prácticamente toda su producción se destinaba a clientes locales como Siemens, Pantera, IBM, Hewlett-Packard, Kodak, Electrotec y Acoustic Control, con lo cual se establecieron significativas vinculaciones productivas incorporadas a las redes de producción que para entonces se habían formado en la región metropolitana de Guadalajara, como se verá más adelante.

De mediados a finales de los ochenta, seis *spin-offs* más y un *start-up* vieron la luz en Guadalajara. Una de esas nuevas empresas fue Sistemas Delphi, la cual fue fundada en 1983 por un ex gerente de planta de General Instrument en coinversión con Teléfonos de México, la compañía telefónica nacional; su giro fue el ensamble de teclados para computadoras y PCB, principalmente para Telmex y ocasionalmente para subsidiarias extranjeras como Hewlett-Packard e IBM. Por su parte, Encitel fue creada en el mismo año de 1983 por inversionistas locales, o sea con 100% de capital mexicano, pero como una subsidiaria de Siemens de México; su negocio fue la manufactura de circuitos electrónicos (PCB).

Electrónica Pantera fue establecida en 1985 por un ex gerente de Burroughs en coinversión con un socio local. Desde principios de los noventa es parte de JPM Company y hace cables y arneses para computadoras. Poder Digital entró en operación ese mismo año como resultado de la iniciativa de empresarios locales, y su negocio era el ensamble de fuentes de poder para computadoras y equipo electrónico.

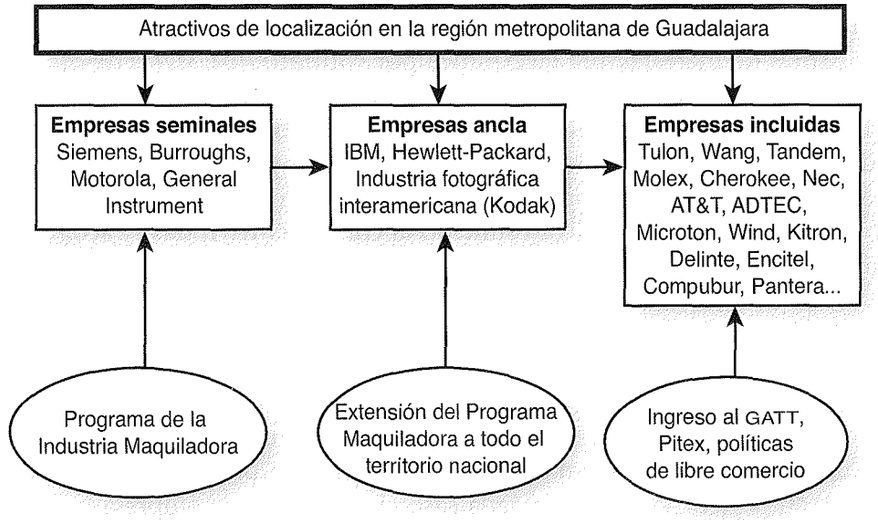
Compubur se estableció como una coinversión entre Burroughs de México y un grupo de inversionistas mexicanos constituido en 1986. Se organizó en dos divisiones: Circuitos Impresos Multicapa y Microsistemas, usando la técnica *pin through-hole* para la inserción de componentes. Compubur suministraba PCB a Burroughs, que luego se convirtió en Unisys, así como a otras compañías electrónicas en la región. La empresa se disolvió en 1993 después de que la planta de Unisys en Guadalajara fue cerrada un año antes.

[9] Llama la atención el perfil de este empresario: ingeniero en electrónica industrial y licenciado en economía con maestría en administración de empresas. La información proviene de una entrevista que el autor sostuvo con él, el 11 de agosto de 1998.

Finalmente, a principios de los años noventa se crearon otras dos nuevas empresas locales (*start-ups*): Scale Computers y Advanced Electronics. Advanced Electronics se dedicó al ensamble de PCB, mientras Scale Computers a la manufactura de computadoras personales. Esta última fue fundada enteramente por inversionistas de Guadalajara, lo que parecía augurar que el desarrollo futuro de la industria electrónica en esta región podía ser impulsado por capitales locales. El cierre de las plantas locales de Unisys y Wang los años previos reforzaban esta perspectiva. Sin embargo, tanto Scale Computers como Advanced Electronics estuvieron en operación sólo unos cuantos años, lo que desvaneció pronto esa alentadora perspectiva.

En suma, las empresas que dieron origen y protagonizaron la evolución inicial del conglomerado de la electrónica en Guadalajara se pueden agrupar en tres categorías: empresas seminales (Burroughs, Motorola, Siemens) empresas ancla (IBM, HP, Kodak) y empresas inducidas (el resto). El Gráfico 1 ilustra esta composición, así como los factores principales que impulsaron el nacimiento y desarrollo del conglomerado.

Gráfico 1 Empresas y factores generadores del Valle del Silicio Mexicano



Si bien los factores que lo originaron fueron muy distintos a los que dieron lugar al Silicon Valley de California, el conglomerado industrial de la electrónica en Guadalajara presentó durante los años ochenta y principios de los noventa algunos de los rasgos característicos de ese referente estadounidense, en particular el nacimiento de nuevas empresas (*spin-offs*) en el seno de las ya establecidas en la región y la creación de nuevas (*start-ups*) con capitales enteramente locales. Como se discutirá enseguida, este tipo de iniciativas se produjo en menor medida en los años subsiguientes, surgiendo en cambio otras que dieron origen a empresas dedicadas a actividades de ensamble masivo pero también a diseño, investigación y desarrollo, reafirmándose de nuevo las multinacionales como los actores dominantes del proceso. Esto ocurrió, en particular, con el advenimiento de un nuevo tipo de actor que se convirtió en el protagonista del mayor auge experimentado hasta ahora por el Valle del Silicio Mexicano: las empresas de manufactura por contrato.

2 La explosión de la manufactura por contrato

En la segunda mitad de los años noventa, la industria electrónica en Guadalajara experimentó el periodo de mayor prosperidad en su historia como resultado de la llegada de un nutrido contingente de subsidiarias de las compañías de manufactura electrónica por contrato (CM, siglas de *contract manufacturing*) más grandes del mundo, que en forma casi simultánea decidieron establecer operaciones en esta parte de Norteamérica. Si bien casi todas eran de origen estadounidense, es significativo que una firma europea, de España, y varias corporaciones asiáticas, en particular de Singapur, Hong Kong y Taiwán, se hayan sumado al contingente. Todas se acogieron alternativamente a los regímenes de operación del Programa de Maquiladoras, instituido en 1965, y a los del Programa de Importación Temporal para la Producción de Artículos para la Exportación (Pitex) creado por decreto presidencial del 3 de mayo de 1990, siendo común desde un principio que cambien de un régimen a otro de manera intermitente.

El Cuadro 1 muestra las plantas de manufactura por contrato que se instalaron en Guadalajara en este periodo de auge sin precedentes de la electrónica en Jalisco. Se señala en cada caso el nombre de la empresa y el año en que inició operaciones.

Cuadro 1 Principales empresas de Manufactura Electrónica por Contrato que se establecieron en Jalisco entre 1995 y 2001

Empresa	*Año de inicio*
Yamaver	**1996**
Dovatron	**1996**
Solectron	**1997**
Flextronics International	**1997**
Jabil Circuit	**1997**
NatSteel Electronics	**1997**
Mexikor	**1998**
Universal Scientific Industrial	**1998**
Avex Electronics	**1998**
Benchmark Electronics	**1999**
Pemstar	**2000**
MTI Electronics	**2000**
Omni Electronics	**2000**
Celestica	**2001**

Fuente: Entrevistas del autor con ejecutivos y reportes en línea de las empresas

Cabe apuntar que la industria de manufactura electrónica por contrato se inició en Jalisco desde finales de los años ochenta con el establecimiento de Adelantos de Tecnología (Adtec), como se referió anteriormente. Adtec[10] se creó originalmente para proveer de PCB a la planta local de IBM, por lo que asentó su propia planta cerca de ella, a la entrada del Corredor Industrial de El Salto. Empero, a los pocos meses de que inició operaciones, Adtec empezó a suministrar PCB a otras ensambladoras de equipos de cómputo en la región, principalmente Hewlett-Packard, Tandem y Unisys. A mediados de

[10] Adtec fue el primer fabricante de PCB en México que introdujo la tecnología de montaje de superficie (*surface-mount technology*, o SMT) para ensamblar PCB.

los años noventa, esta empresa fue adquirida por la recientemente creada firma SCI Systems, Inc. —surgida de Space Craft, Inc.—, la cual se erigió en esos años como el líder de la industria de manufactura electrónica por contrato a escala internacional, así como la más grande y la única, hasta entonces, en el Valle del Silicio Mexicano.

Yamaver, por su parte, fue creada como una coinversión entre tres corporaciones: Yamashita, de Japón; Verco, de Bélgica; y Grupo Manesa, de Chihuahua, México, en la cual Verco tiene acciones.[11] Yamaver fue una de las primeras empresas que se incubaron en la planta de IBM en El Salto. Al trasladarse un par de años después a sus propias instalaciones, en el mismo Corredor Industrial de El Salto, Yamaver se convirtió en proveedor de IBM ensamblando para ésta partes y componentes para diversos productos, incluyendo computadoras portátiles ThinkPad. Si bien al principio IBM fue su único cliente, meses después otras de las subsidiarias más grandes en la región, como Hewlett-Packard y Honda, se sumaron a la lista de clientes de Yamaver.

Dovatron de México se estableció en el área conocida como Álamo Industrial, al sureste de Guadalajara, como una subsidiaria 100% propiedad de Dovatron, Inc., corporación que ya operaba otra planta en Puebla desde 1994.[12] La planta de Guadalajara se dedicó al ensamble de PCB, tarjetas madre y *boxbuilds*. Entre las principales líneas de producción destacaban HP, IBM Free solutions, IBM Visuales y TESA. Dovatron pertenecía a la firma estadounidense denominada Dii Group con sede en Niwot, Colorado, la cual se fusionó en noviembre de 1999 con Flextronics International, con lo que Dovatron de México pasó a ser propiedad de esta última, incluyendo las plantas que tenía en operación en Guadalajara y Puebla, más otra que estaba construyendo en ese tiempo en el municipio de Tlajomulco, Jalisco.

Por su parte, Solectron se asentó en La Tijera, en un amplio predio casi adyacente al que ocupa Siemens, también en Tlajomulco. En ese momento, 1997, SCI Systems aún se mantenía como el líder de la industria, posición que cedería a Solectron unos cuantos años después, no sólo en términos de corporativo global sino a escala local en Jalisco.

[11] Información obtenida en una entrevista del autor con el Coordinador de Operaciones, el 13 de agosto de 1999.

[12] Información obtenida en una entrevista del autor con el Business Unit Manager para proyectos con IBM y Hewlett-Packard, el 11 de agosto de 1998.

Flextronics de México, subsidiaria de Flextronics International Inc., inició operaciones en julio de 1997 en un predio de casi 80 hectáreas en una zona suburbana en el municipio de Zapopan, al noroeste de la región metropolitana de Guadalajara.[13] Ahí construyó el quinto parque industrial que tiene esa corporación fuera de los Estados Unidos —los otros están en Sárvár y Zalaegerszeg, Hungría; São Paulo, Brasil, y Doumen, China. El parque alberga dos plantas de la empresa, Flextronics I y Flextronics II, así como plantas de manufactura de más de una docena de compañías proveedoras de Flextronics, las cuales también tienen como clientes a otras empresas electrónicas de la región.

NatSteel Electronics, subsidiaria del conglomerado singapurense NatSteel, Ltd., se estableció en la planta que desde 1986 había ocupado Compubur, referida en secciones anteriores, en el Parque Industrial Guadalajara, a la entrada del Corredor Industrial de El Salto.[14] En 1997, NatSteel adquirió las instalaciones, Compubur fue disuelta y la nueva subsidiaria se convirtió en la única planta de manufactura de esa corporación asiática en Norteamérica. Sin embargo, ésta sólo estuvo en operación escasos cuatro años ya que en enero de 2001 fue adquirida por Solectron a nivel corporativo, como resultado de lo cual NatSteel y sus activos pasaron a pertenecer a esta corporación estadounidense que ya para entonces había desplazado a SCI como el líder en la industria de la manufactura electrónica por contrato.

Mexikor, por su parte, es la única firma de origen europeo en el Valle del Silicio Mexicano. Se trata de una filial de la firma IKOR Sistemas Electrónicos, S.A., con sede en San Sebastián, España. A diferencia de las demás de origen estadounidense y asiático en el conglomerado, Mexikor presenta una variedad más amplia de actividades que reúne investigación, diseño y fabricación de circuitos, equipos y sistemas electrónicos industriales, en su planta en el Parque Industrial Zapopan Norte. Para ello tiene una unidad de investigación y desarrollo que cuenta con personal y equipos especializados (véase www.mexikor.com).

Jabil Circuit de México se creó en enero de 1997 como subsidiaria de Jabil Circuit, Inc., si bien empezó a operar casi un año después.[15] Emplazó su

[13] Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente General, el 10 de agosto de 1999.

[14] Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente General, el 9 de agosto de 1999.

[15] Información obtenida por el autor en una entrevista con un Business Unit Manager, el 13 de agosto de 1999.

planta sobre el Anillo Periférico en Zapopan, también al noroeste del área metropolitana de Guadalajara, en donde realiza una amplia variedad de operaciones que incluyen ensamble y prueba de PCB y de diversos productos y componentes electrónicos, así como empaque y distribución. Si bien no incluye operaciones de investigación y desarrollo, lo cual se hace en las instalaciones de la compañía en San José, California, a finales de 1999 se empezó a trasladar a esta planta ciertas operaciones de diseño que antes se llevaban a cabo en San Petersburgo, Florida, y más recientemente se ha hecho lo propio con proyectos que se trabajaban antes en las plantas de la corporación en Malasia.[16]

Por su parte, Avex Electronics, Inc., filial de J.M. Huber Corporation, además de la de Guadalajara tenía plantas en Campinas, Brasil; Csongrad, Hungría; Cork, Irlanda; East Kilbride, Escocia; Singapur; y Katrineholm, Suecia. En agosto de 1999 Avex fue adquirida por Benchmark Electronics, incluyendo su planta del Parque Industrial Guadalajara, a la entrada del Corredor Industrial de El Salto. Con esto Avex adoptó el nombre de su nueva propietaria, la cual se posicionó entre las firmas más importantes en la industria de los servicios de manufactura electrónica por contrato a escala internacional. En lo corporativo, Benchmark sumó las plantas de Avex a las que ya tenía en Angleton, Texas; Beaverton, Oregon; Hudson, New Hampshire; Winona, Minnesota; y Dublin, Irlanda (véase www.benchmark.com).

Pemstar de México se estableció en el Parque Industrial Tecnológico en Tlaquepaque, al sur de Guadalajara, cerca del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), una de las dos universidades de mayor prestigio en Jalisco en los campos de ingeniería electrónica y telecomunicaciones. Es subsidiaria de Pemstar, Inc. con sede en Rochester, Minnesota, y se dedica al negocio de la manufactura electrónica por contrato. Los servicios que ofrece incluyen ensamble y prueba de PCB, sistemas electrónicos, circuitos e instrumentos electromecánicos de precisión (Jiménez, 2000a; www.pemstar.com).

Universal Scientific Industrial de México es una subsidiaria de Universal Scientific Industrial, Ltd. (USI) con matriz en Nan-Tou, Taiwán. En 1999, USI fue adquirida por Advanced Semiconductor Engineering, Inc., incluyendo

[16] Entrevista con el Director General de la planta el 25 de mayo de 2004.

USI México, cuya planta de manufactura se localiza en el Anillo Periférico Norte en Huentitán, municipio de Guadalajara. Se dedica al ensamble de partes, componentes y productos de las industrias de cómputo, comunicaciones y artículos de consumo, así como al empaque.

MTI Electronics, cuya matriz se ubica en Menomonee Falls, Wisconsin, en las afueras de Milwaukee, se sumó al conglomerado de empresas de manufactura por contrato en Guadalajara, ofreciendo sus servicios a las industrias electrónica, de telecomunicaciones, cómputo, médica, automotriz y de videojuegos, así como a la de artículos de consumo.

Omni Electronics fue una de las tres subsidiarias de firmas con matriz en Singapur que se establecieron en Guadalajara entre 2000 y 2001; sus operaciones son ensamble de PCB y otros componentes y productos electrónicos.

Finalmente, al igual que Pemstar, Celestica instaló su planta en el Parque Industrial Tecnológico en el municipio de Tlaquepaque, cerca del ITESO en donde Intel tiene instalado un centro de diseño; en el mismo lugar, varias otras empresas electrónicas que operan o han operado en el área, notablemente Motorola, han sido patrocinadoras del equipamiento y operación del Laboratorio de Electrónica de esa institución de educación superior. La planta de Celestica se especializó en manufactura de mezcla media (*medium-mix*) de alta tecnología, incluyendo armado y prueba de sistemas. Celestica, Inc., con matriz en Toronto, Canadá, se posicionó a finales de los noventa como una de las empresas líder en la industria de la manufactura electrónica por contrato en el mundo, no obstante que es de origen canadiense (véase www.celestica.com).

2.1 Hacia una explicación del *boom*

Si bien la presencia de subsidiarias de las grandes firmas multinacionales de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés) en Guadalajara, como Motorola, IBM, Hewlett-Packard, NEC y Lucent Technologies, fue un factor de atracción para las firmas de manufactura electrónica por contrato, la misma no explica plenamente la virtual simultaneidad de la llegada de estas últimas a la región. El hecho contundente es que las subsidiarias de OEM se habían establecido años, e incluso décadas antes de que arribaran las CM. Este arribo *en masse* ocurrió a partir de la segunda mitad de los años noventa, cuando los corporativos de esas empresas estimaron estratégicamente rentable

ubicar parte de sus instalaciones de manufactura en esta región de México, pues la economía estadounidense experimentaba el periodo de prosperidad más prolongado en el siglo XX y las grandes empresas de ese país sintieron de nuevo la confianza y tuvieron las expectativas suficientes para expandir sus capacidades productivas, incursionar en los mercados internacionales y enfrentar a sus competidores asiáticos y europeos.

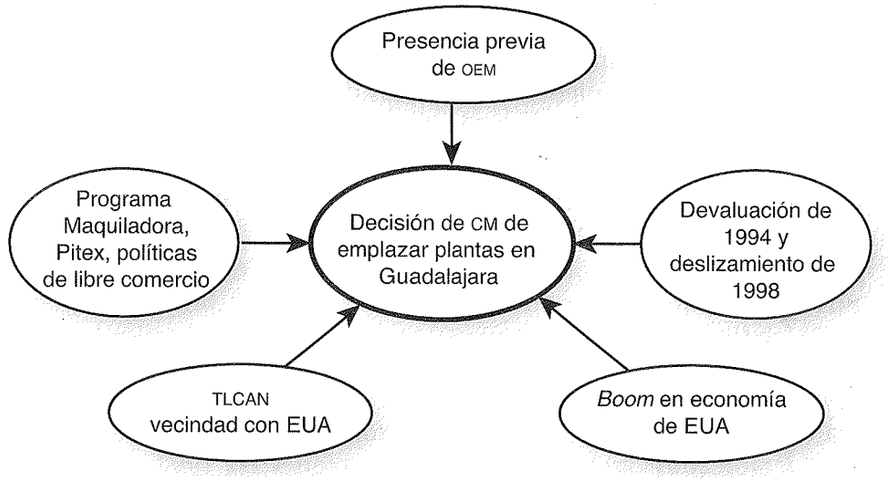
Por consiguiente, la llegada de las CM a Jalisco se explica mejor por el hecho de que sus corporativos encontraron conveniente atender desde esta región de México a clientes OEM ubicados en otras partes del mundo, los cuales necesitaban ensamblar productos o componentes en algún lugar de Norteamérica para aprovechar los beneficios del TLCAN, confirmando así que dicho tratado sería facilitador y no instigador de inversiones extranjeras en México (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999). Otro factor que influyó sustancialmente en las decisiones de los CM, así como en las de otras empresas que establecieron subsidiarias en esta región en la segunda mitad de los años noventa, fue la devaluación del peso mexicano en diciembre de 1994 y el fuerte "deslizamiento" que experimentó en 1998, con los cuales el dólar estadounidense se valorizó abruptamente, depreciándose en consecuencia la tierra, la mano de obra y demás insumos, así como los costos para instalar plantas de ensamble y manufactura en esta región en general.

Por otra parte, el hecho es también que, en tanto corporaciones multinacionales, las grandes empresas de manufactura electrónica por contrato siguen una lógica orientada a obtener el costo más bajo para sus productos en los lugares donde son más demandados; esta pauta gobierna en última instancia sus decisiones de establecimiento e inversión en el mundo. Esta observación es compartida por ejecutivos de las propias subsidiarias entrevistados por el autor.

Puede decirse, por lo tanto, que las CM eligieron Guadalajara por que ofrece múltiples ventajas de localización, referidas anteriormente, en particular por su proximidad con el mercado estadounidense cuyo potencial y atractivo aumentaron notablemente con la suscripción del TLCAN, dándole a esta ciudad mexicana una ventaja de costos de transporte mayor que las ofrecidas por sus competidoras en Asia.

El Gráfico 2 ilustra la llegada de los CM y los principales factores que la determinaron.

Gráfico 2 Factores determinantes del arribo de CM a Guadalajara



Entre 2002 y 2003 se instalaron en Guadalajara nuevas empresas como Technicolor, previamente una división de Kodak, cuya planta local es la más grande internacionalmente en la producción de DVD con películas; Foxconn, subsidiaria de Hon Hai Precision Industry Co., Ltd. de Taiwán, fabricante de conectores y componentes de cables para PC; y otras como Telect, SERIE y Poder Digital. No obstante, a raíz de la recesión de la economía estadounidense, algunas de las que se habían establecido en años anteriores cerraron operaciones en esta región como se referirá más adelante.

3 El conglomerado madura y se diversifica

Al igual que otros conglomerados industriales de alta tecnología en otros países en desarrollo, y como consecuencia directa de la invasión de CM, el conglomerado jalisciense de la electrónica maduró y se diversificó significativamente durante los últimos años del siglo XX y los primeros del XXI, en la medida en que esas grandes plantas de manufactura masiva trajeron consi-

go el establecimiento de industrias de soporte y suministro, las cuales estaban integradas por empresas fabricantes de materiales de empaque, partes y componentes, principalmente de inyección de plástico y de estampado y troquelado metálicos, así como de servicios vitales como logística, transporte y manejo integral de cadenas de valor. Asimismo, en este periodo continuaron apareciendo coinversiones entre grupos locales y firmas extranjeras, lo cual produjo el surgimiento de empresas de diseño e investigación y desarrollo creadas por empresarios y técnicos locales a partir de la presencia de centros de I&D, como el Centro de Tecnología de Semiconductores del Cinvestav establecido en el área a finales de los años ochenta.

A continuación se describen los casos más significativos en cada uno de los grupos referidos.

3.1 El valle se diversifica

En 1994 la corporación alemana Siemens abrió en sus instalaciones de La Tijera una pequeña planta para la fabricación de sistemas automotrices con sólo 25 empleados, la cual entró en operaciones en 1997 produciendo partes para General Motors en Alemania. Para mediados de 2000, la planta fabricaba bolsas de aire, ensambles para sistemas de frenado, inmobilizadores, cerebros electrónicos, displays y computadoras para viaje para firmas automotrices como Honda, Chrysler, Ford, Nissan y General Motors (www.siemens.com.mx; Orihuela, 2000d).

En 1995 se formó la empresa Cumex con 20 empleados en el Parque Industrial Belenes Norte en Zapopan, dedicándose a la manufactura de PCB, cables y arneses para la industria electrónica.[17] Cumex se constituyó como resultado de una coinversión entre el Grupo Calesa, de Guadalajara, y la firma estadounidense Cuplex, Inc. de Garland, Texas. Tres años después, en marzo de 1998, Cumex empezó a ensamblar cables y arneses en su planta. Hacia mediados de 2000, Cumex tenía más de 300 empleados y se había convertido en el fabricante nacional de PCB más grande en México. Empero, en junio de ese mismo año, la firma transnacional estadounidense Multek, Inc. adquirió Cumex y formó Multek de México, iniciando la construcción

[17] Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente de Producción el 11 de septiembre de 1998.

de una nueva planta en el llamado Parque Integral, también en Zapopan, aledaño al campus corporativo de Flextronics International (Orihuela, 2000b).

Best Technology Computer (BTC)[18] fue establecida en 1997 por inversionistas de Malasia como parte de un grupo de tres empesas; las otras dos eran Computer World y JB Computers, ubicadas en Guadalajara y en la Ciudad de México, respectivamente. Computer World nació de JP Original, una empresa local que importaba calzado de China y Malasia, y que fue inducida a cambiar su negocio al de la importación de partes y componentes de computadoras personales bajo el nombre de Computer World. BTC fue creada después por el mismo grupo de inversionistas malasios para ensamblar PC destinadas al mercado nacional, aprovechando los insumos importados por Computer World. La planta de BTC está ubicada en una pequeña zona industrial sobre la Avenida Mariano Otero, cerca de la Central de Abastos, a una cuadra de Computer World. Finalmente, JB Computers se creó como distribuidor de las importaciones de Computer World y de las computadoras producidas por BTC.

Lo Dan West inició operaciones en agosto de 1999 dentro del campus corporativo de Flextronics International en Zapopan; su planta fue inaugurada en febrero de 2000. Lo Dan West forma parte de la firma Emerson Electronics y se dedica a la producción de cables e interconectores para la industria electrónica y de telecomunicaciones, enfocando sus servicios específicamente en clientes como las grandes empresas de manufactura por contrato y los grandes fabricantes de equipo original que operan en Guadalajara (Orihuela, 2000a).

En enero de 2000, Lucent Technologies le vendió los negocios, las instalaciones y el equipo de su planta en Guadalajara a la firma V-Tech de Hong Kong. Un año después, en enero de 2001, V-Tech demandó a Lucent argumentando que ésta falseó información al hacer la operación por la que V-Tech adquirió su negocio de manufactura de telefónicos y accesorios. Dos meses después, en marzo de ese mismo año, anunció el cierre definitivo de sus operaciones en esta ciudad y su traslado a China.

[18] Nombre derivado de Behavior Tech Computer Corporation, con matriz en Chung Li, Taiwán; es un renombrado fabricante de componentes y periféricos. La información fue obtenida en una entrevista del autor con el Director Técnico y de Operaciones el 31 de agosto de 1998.

En junio del mismo 2000, la Aduana Interior de Guadalajara obtuvo la certificación ISO 9001 en sus operaciones de Aduana Interior de Carga, Sala Internacional de Pasajeros y Terminal Intermodal; al mes siguiente, le fue autorizada la categoría Tipo Uno, asignándosele más recursos para operar 24 horas al día, 365 días al año.

En enero de 2001, Solectron Corp. adquirió NatSteel Electronics, Inc. a nivel corporativo, por lo que la planta de esta última en Guadalajara pasó a ser parte de Solectron de México y a sumarse a sus instalaciones ubicadas en La Tijera, municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

En julio de 2001, SCI Systems se fusionó con una subsidiaria de Sanmina, Corp. formándose una nueva compañía denominada Sanmina-SCI, de la cual SCI se convirtió en subsidiaria. Con esta fusión-*cum*-adquisición, Sanmina-SCI se erigió como una de las dos compañías de manufactura electrónica por contrato más grandes del mundo (www.sanmina.com; Orihuela y Barros, 2001).

En octubre de 2001, Flextronics entró en una alianza con Xerox Corporation, ésta le vendió su planta de Aguascalientes en México para hacerse cargo de la manufactura de fotocopiadoras que tenía Xerox y a la que ésta relocalizará las operaciones que tenía en California y Nueva York (Orihuela, 2001).

En marzo de 2002, Newark Electronics inauguró su sucursal en Guadalajara para ofrecer a las empresas del valle servicios de distribución y suministro de componentes electrónicos, incluyendo *e-procurement* (abastecimiento en línea) vía Internet. Sus clientes iniciales incluyeron a IBM, Kodak y Solectron (Orihuela, 2002a). En junio de 2002, On Semiconductor cerró finalmente las operaciones de su planta de Guadalajara, la cual había adquirido de Motorola en 2000; en ella se producían obleas, tiristores y rectificadores. Estas operaciones se trasladaron a las plantas de la firma en Phoenix, Arizona y Seremban, Malasia (Velazco, 2002).

En agosto de 2002, Eker, firma dedicada al ensamble de PCB, trasladó sus operaciones de producción de Saltillo, Coahuila, a la planta de Yamaver en el Corredor Industrial de El Salto. Ambas forman parte de la corporación alemana Epiq (Orihuela, 2002e).

3.2 Industrias de soporte

Las principales firmas en industrias de soporte que establecieron subsidiarias en Guadalajara durante el periodo en discusión fueron las estadounidenses

DTM, Bermo, Cowden Metal, Puget Plastics, Triquest, Trend Electronics y EM Solutions, la singapurense Fu Yu Manufacture y la mexicana Empresas Titán.

DTM es una subsidiaria de Flextronics dedicada a la fabricación de partes a base de moldes de inyección de plástico. Estableció su planta en 1998 dentro del campus industrial de Flextronics en Zapopan, fungiendo desde un principio como proveedor de este contratista de manufactura. Bermo y Cowden Metal iniciaron operaciones a mediados de 1999 y 2000, respectivamente, la primera dentro del campus industrial de Flextronics, en Zapopan, y la segunda en Tlajomulco. Triquest empezó a operar también en 1999, mientras que Trend Electronics y Fu Yu Manufacture llegaron en 2000 y 2001, respectivamente.

Puget Plastics Guadalajara fue de las pioneras de su género en el área; inició operaciones en 1998, en una planta a orillas de la carretera a Chapala en Tlajomulco, dedicándose a la fabricación de componentes y ensambles para empresas en las industrias de cómputo, periféricos, automotriz y electrónica, así como en las de productos médicos y artículos de oficina. Asimismo, Puget ofrece servicios tales como pintura de precisión y asistencia técnica, soldado ultrasónico e incluso logística. Puget Plastics Guadalajara es una subsidiaria 100% propiedad de Puget Plastics Corporation, con matriz en Tigard, Oregon (véase www.pugetplastics.com).

EM Solutions, dedicada a la fabricación de productos de la industria electromecánica y metal-mecánica fue establecida en junio de 2000, para atender la demanda de empresas electrónicas del Valle del Silicio Mexicano (López Villegas, 2000).

A finales de 2000 inició operaciones en Guadalajara la planta de manufactura de Empresas Titán, filial del Grupo Industrial Durango, para abastecer a las empresas de ensambles electrónicos que operan en el área. Los productos de Titán incluyen empaques tradicionales, microcorrugados y de alta gráfica, estos últimos con calidad de exportación (Bárcenas, 2000). En diciembre de ese mismo año, NEC de México cerró definitivamente su planta del Corredor Industrial de El Salto, liquidando a los 450 empleados que laboraban en ella.

La empresa de más reciente arribo es Grupo Kervo. Creada a partir de una coinversión germano-mexicana, esta empresa empezó a operar en Guadalajara en mayo de 2002. Su planta, ubicada en el Corredor Industrial de El Salto, se dedica al troquelado de partes metálicas para las industrias electrónica y automotriz. Entre sus principales clientes locales están Hewlett-Packard y Sanmina-SCI (Orihuela, 2002b).

Otras empresas que han nutrido las industrias de soporte en Jalisco, reportadas por la Secretaría de Promoción Económica, incluyen a DMT Products, HI Precision Moulding y The Tech Group (Seproe, 2000).

3.3 Actividades de diseño, software e I&D

A finales de los años ochenta y durante la década de los noventa, tuvo lugar en Guadalajara la aparición de actividades de investigación y desarrollo, tanto en algunas subsidiarias de los gigantes de la computación y las telecomunicaciones como IBM, Hewlett-Packard y Lucent Technologies establecidas en el área, como en centros académicos y empresas de diseño fundados en esos años por ingenieros y técnicos mexicanos residentes en Guadalajara gracias al auge motivado por la presencia del aglomerado de plantas de manufactura y ensamble de productos electrónicos que para entonces se había formado.

IBM estableció en su planta de El Salto el Guadalajara Programming Laboratory (GPL) con 150 ingenieros mexicanos dedicados al desarrollo de programas de software de uso en esa planta e incluso en todo el corporativo, incluyendo software para clientes y un sistema operativo para sus equipos AS/400.[19] Más recientemente, al GPL se le renombró IBM Global Services, ya que ahora desarrolla software operativo para diferentes equipos de cómputo de la firma. Adicionalmente, desde finales de los noventa se han incorporado en la misma planta operaciones de desarrollo y fabricación de una parte considerable de componentes de discos duros para computadoras personales y de manejadoras de cintas para bases de datos (Barros, 2000).

Por su parte, Hewlett-Packard creó a finales de los ochenta un grupo de I&D dedicado a desarrollar componentes de las memorias de las minicomputadoras que producía la firma en esos años. A finales de los noventa, esa actividad se había ampliado a accesorios de manejo de papel para su línea de impresoras Laser Jet que ensamblaba en su planta de Guadalajara y el grupo de I&D, que llegaba a 35 ingenieros, había generado 15 patentes y diseñado siete productos multivelocidad para impresoras (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999). En 2002, la subsidiaria local de este gigante de la informática continuó ampliando sus operaciones de I&D y en junio de 2004 inauguró el Centro

[19] Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente General de la planta, el 13 de agosto de 1998.

Mundial de Diseño de Copiadoras Digitales Multifuncionales, ganándole el proyecto a subsidiarias de la firma en Europa y América. En este centro no sólo se diseña nuevos equipos sino que se controla toda el área de negocios de soluciones de impresión y copiado digital de alta velocidad de Hewlett-Packard a escala mundial (López Villegas, 2004a).

Por último, Lucent Technologies, antes AT&T, estableció en su planta local un departamento de I&D con el apoyo y asistencia técnica de los Laboratorios Bell-AT&T, en el que a fines de los noventa llegaron a trabajar 20 ingenieros en el desarrollo de productos, más otros 60 en procesos de reingeniería y aprobación de nuevos componentes.[20] Dicho departamento desapareció al cerrar Lucent sus operaciones en el área en 2000.

En ese mismo contexto, en 1988 fue trasladado a Guadalajara el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS),[21] el cual se había creado originalmente en 1986 en la Ciudad de México como un laboratorio industrial en el Campus Zacatenco del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Con la instalación del CTS se inició el establecimiento de la Unidad Guadalajara del Cinvestav, lo cual recibió el apoyo de IBM de México como parte del compromiso que esta firma multinacional había adquirido con el gobierno mexicano a través de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras para impulsar la transferencia de nuevas tecnologías al país.

El CTS fue concebido desde un principio como una casa de diseño para dar servicio a las empresas de la electrónica asentadas en Guadalajara. Sin embargo, hacia finales de los noventa, los únicos clientes locales que tenía eran Hewlett-Packard e IBM, para los que diseñaba las PCB que requerían en sus plantas en el área, así como Motorola, con el que tenía un contrato similar. Otros productos que diseñaba incluían circuitos integrados para telecomunicaciones, chips de memoria, sistemas de teletexto, chips para estaciones de trabajo RISC, y varios prototipos de computadora personal. Hacia 1998, el centro había desarrollado más de cien productos.

En 1995 la Unidad Guadalajara del Cinvestav abrió el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias Computacionales y puso en marcha la Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica con las especialidades de Control Au-

[20] Información obtenida por el autor en una entrevista con el Director Ejecutivo de Materiales de Lucent el 12 de agosto de 1999.

[21] Información obtenida por el autor en una entrevista con el director del CTS el 18 de septiembre de 1998.

tomático y Telecomunicaciones; y posteriormente ofreció las maestrías de Ciencias de la Computación, Sistemas Eléctricos de Potencia y Diseño Electrónico. Sobre esa base, en 2003 esta unidad inició el Programa Avanzado de Diseño en Tecnología de Semiconductores (PADTS), cuyo objetivo es formar a los diseñadores de semiconductores que demanda la industria electrónica del Valle del Silicio Mexicano. Las posibilidades de lograr este propósito se verán fortalecidas con la construcción de un complejo científico-tecnológico denominado Tecnopolo en el municipio de Zapopan, el cual estaría formado inicialmente por el CTS y la Unidad Guadalajara del Cinvestav; se pretende reunir en él a cuando menos mil diseñadores para 2010. Se espera asimismo atraer a empresas estadounidenses líder en el diseño de semiconductores como ST Microelectronics y Texas Instruments, empresa esta última que ya ofrece a diseñadores mexicanos documentación, información y recursos en línea para el diseño de circuitos para controles, lectores de huellas digitales, controles de seguridad y sistemas de audio, entre otros dispositivos (López Villegas, 2004b).

A lo anterior se suma el área de diseño de hardware y software que estableció Siemens VDO en meses recientes en su planta ubicada sobre el Anillo Periférico Sur de Guadalajara, en el municipio de Tlaquepaque; a mediados de 2004 trabajaban ahí unos 75 ingenieros, y albergaba el centro de diseño que instaló la empresa Global Vantage dedicada al diseño de equipos aerospaciales.

Debe señalarse que a finales de los años noventa nacieron en Jalisco otras empresas dedicadas al diseño y desarrollo de productos para las industrias electrónica y de computación, las cuales ampliaron igualmente la diversificación industrial del Valle del Silicio Mexicano. Las más importantes fueron Advanced Technology Research, GPI Mexicana de Alta Tecnología, Arquitectura en Sistemas Computacionales y Mixbaal.

Mixbaal, que significa "cero" en lengua maya, fue fundada por un grupo de ingenieros que trabajaban en el CTS, y se dedicó al diseño y desarrollo de componentes, aparatos y dispositivos electrónicos, tal como el centro de investigaciones de donde procede. Proporciona además consultoría y manufactura productos a compañías locales y de otras regiones de México y Estados Unidos, entre ellas Telmex, DTS y Transwitch. Algunas de las especialidades particulares de Mixbaal son el diseño de microprocesadores, la administración de sistemas, el procesamiento de señales digitales (DSP, *digital signal processing*), y simulación VHDL.

Arquitectura en Sistemas Computacionales Integrales (ASCI) fue constituida en 1993 por un grupo de tres ingenieros de la localidad que registró de

inmediato un rápido crecimiento, pues hacia 1999 tenía 35 empleados. El negocio de ASCI es el diseño y desarrollo de sistemas de software, firmware y hardware, tanto electrónicos como mecánicos, así como servicios de aseguramiento de calidad para dichos sistemas. Su principal cliente fue desde un principio Hewlett-Packard, tanto su subsidiaria en Guadalajara como su división de impresoras láser a color en Boise, Idaho (*El Informador*, 1999). Algunos de los productos que ha desarrollado ASCI incluyen un sistema computarizado para las operaciones del periódico de mayor circulación en Jalisco; analizadores de protocolo; una variedad de equipos de prueba; cámaras de estudio para digitalizar libros; robots de digitalización automática de microfichas; software de administración de bibliotecas, y equipo para cardiogramas.

Es de esperarse que la llegada de CM a la región intensifique considerablemente las actividades de I&D, ya que esas grandes factorías pueden asumir en cualquier momento responsabilidades de diseño y/o desarrollo de productos o procesos, como ocurre en otras subsidiarias de sus corporativos; todo dependerá de que estos últimos encuentren rentable realizar dichas operaciones en sus plantas en esta región de México de acuerdo con las estrategias que adopten a nivel corporativo. De esta manera, las CM pueden generar ambientes de aprendizaje tanto para los ingenieros que trabajen en ellas como para sus clientes y socios locales, lo cual puede estimular la formación de un cuerpo de talentos técnicos.

Dicha tendencia se vio fortalecida sustancialmente con la instalación, en febrero de 2001, de una subsidiaria de la empresa estadounidense Center for Design Innovations, la cual se vio atraída por el clima de negocios que se había creado en el Valle del Silicio Mexicano para establecer su centro de diseño para México y América Latina, el primero fuera de los Estados Unidos. En este centro de clase mundial se diseñan equipos, partes, componentes y programas de software para la industria aeronáutica, y adicionalmente para la automotriz y la médica; sus principales clientes son Boeing, Airbus, Honeywell y General Electric. Uno de sus primeros proyectos fue colaborar con Airbus para el diseño de su nuevo modelo 380 (Barros, 2001).

Una confirmación de esa tendencia es la instalación en los últimos años de otro conjunto de empresas entre las que se cuentan DDTECH (firmware y diseño electrónico), SERIIE y Gollet (diseño electrónico y de PCB); Resser, ATR y Quest (diseño de hardware y software); DSPr Design Master y ADIT (diseño electrónico y de software); INSOL (diseño de equipos de pruebas), y Centro de Diseño Electrónico y Digital (Cadelec, 2004).

Otro paso significativo en el desarrollo de actividades de I&D en Jalisco fue la instalación, en febrero de 2002, del Centro de Diseño Digital por parte del gigante estadounidense de los microprocesadores Intel, Inc. en el campus del ITESO; fue una donación a ésta que es una de las instituciones educativas líder en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones en Jalisco. Este centro es el primero en su género en América Latina y cuenta con equipo y tecnologías de clase mundial; ofrece a estudiantes y profesores el ITESO acceso a esas tecnologías y equipos, así como a proyectos para nuevos procesadores que Intel esté desarrollando, aun años antes de que lleguen al mercado (López Villegas, 2002).

Esa misma multinacional tiene previsto además establecer en Guadalajara una incubadora de empresas tecnológicas a las que ofrecerá no sólo instalaciones y equipo sino capital de riesgo,[22] el combustible vital del desarrollo explosivo del Silicon Valley en California y el gran ausente en el Valle del Silicio Mexicano. Adicionalmente, ha iniciado una colaboración con la subsidiaria local de Flextronics para apoyarla en sus esfuerzos por atraer proyectos de diseño a sus plantas de Zapopan y Aguascalientes, e invertirá 500,000 dólares en la actualización del CTS del Cinvestav para formar técnicos (Orihuela, 2002d).

Por último, el desarrollo de actividades de diseño en Guadalajara se ha fortalecido mediante la creación de institutos y centros de diseño con el concurso del gobierno de Jalisco, de organismos federales y del sector privado de la entidad. De estas iniciativas, las más importantes incluyen la creación del Centro Jalisciense de Diseño (Cejaldi) en 2000, dedicado inicialmente al diseño gráfico y posteriormente al diseño industrial en ingeniería y desarrollo de productos para pequeñas y medianas empresas. En el mismo espíritu, en febrero de 2001 se estableció el Centro de Investigación y Promoción de la Industria del Software (CIPIS) de la Delegación Regional Occidente de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica y de Telecomunicaciones (Canieti), con aportaciones de 16 socios fundadores entre los que destacan el Consejo Estatal de Promoción Económica, el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco y la propia Canieti. La misión del CIPIS es detonar la industria del software en Jalisco mediante labores de promoción para atraer

[22] Prevé incubar una treintena de nuevas empresas e invertir entre uno y cuatro millones de dólares.

empresas nacionales y extranjeras y de fomento para la creación de firmas locales (Cortés, 2001). En este mismo rubro, en mayo de 2002 se creó el Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (Ijalti).

3.4 Empresas de logística y administración de cadenas de abastecimiento

El surgimiento de empresas que ofrecen servicios de esta naturaleza se produjo a partir de finales de los noventa, particularmente con la llegada, aún más simultánea que en el caso de las CM, de filiales de firmas multinacionales cuyo negocio es la oferta de servicios de logística, distribución y transporte, así como soluciones para la administración de cadenas de valor, todo basado en comunicaciones vía Internet. En 1999, la notable concentración de grandes plantas de ensamble y manufactura electrónica de alta tecnología en Guadalajara hizo atractiva a esta región como un lugar rentable y conveniente para el establecimiento de dichas filiales, las cuales son en su mayoría de origen estadounidense. A continuación se refieren los casos más importantes.

Una de las primeras en arribar al área fue Redwood Systems, cuya subsidiaria empezó operaciones a principios de 1999 en un predio sobre el Anillo Periférico Sur, en el municipio de Tlaquepaque. En febrero de ese año ya había firmado un contrato con la entonces Philips Consumer Communications (antes AT&T y después Lucent Technologies) para proveerla de servicios de logística, distribución, transporte, y administración de inventarios y almacenamiento (Velazco, 1999).

También en 1999 empezó a operar en Guadalajara la filial de la firma singapurense YCH, la cual construyó una sede completa al año siguiente en el Parque Industrial Bugambilias, en las inmediaciones del complejo manufacturero de Solectron, al sur del área metropolitana. YCH ofrece servicios de logística integral, almacenamiento y asistencia en exportación e importación (Jiménez, 2000b).

En el mismo 1999, inició operaciones iLogistix, en unas instalaciones que implicaron una inversión de 20,000,000 de dólares. iLogistix ofrece soluciones completas de cadenas de valor, desde recibir el pedido del cliente por Internet y asistirlo en el proceso de manufactura, hasta hacerle entrega del producto (Orihuela, 2000c). A mediados de 2000 Roadway Express hizo lo propio estableciendo sus instalaciones en el Parque Industrial Bosque II en Tlaquepaque, en las que ofrece servicios consolidados de logística, almacenamiento y transporte de carga.

Por otra parte, en septiembre de 2000 la firma Modus Media Internacional empezó a operar en Jalisco, inaugurando meses después un Centro de Soluciones en el Parque Industrial San Jorge sobre la carretera a Chapala, en el municipio de Tlajomulco. Este centro es el primero que establece Modus Media en América Latina, y ofrece soluciones de comercio electrónico y de administración de cadenas de abastecimiento, así como soluciones de manufactura y de ejecución electrónica de productos (Curiel, 2001).

Finalmente, en agosto de 2002, Bax Global inauguró sus instalaciones en la zona industrial de El Álamo, ampliando así la cartera de soluciones de logística que ofrece, la cual incluye administración de cadenas de abastecimiento, almacenamiento, selección y empaque, y depósito nacional y fiscalizado.

3.5 Ensambladoras de cajas blancas

Además de registrarse el establecimiento de las empresas referidas en el apartado anterior, durante la segunda mitad de los años noventa se crearon en Guadalajara numerosas compañías dedicadas al ensamble de equipos de cómputo, a partir de componentes que ellas mismas comercializan, impulsadas por la creciente demanda de estos equipos en Jalisco. Conocidas como "cajas blancas", traducción literal de la expresión que se acuñó en inglés para designarlas (*white boxes*), estas empresas operan al alimón como ensambladoras y distribuidoras al mayoreo y/o menudeo de computadoras, ofreciendo equipos con garantía pero sin una marca que las respalde. En general, las cajas blancas constituyen un segmento muy significativo en el mercado de computadoras personales en el país, siendo casi 3,000 este tipo de empresas a finales de los noventa (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999).

A continuación se enlistan los nombres de algunas de las más importantes que operaban en Guadalajara a finales de 2002:

- AMB Computadoras
- Computadoras y Accesorios
- Computadoras Garco
- Computers, Etc.
- Computiendas Zamm
- Chips de Occidente
- Digicom de Occidente
- Fast Computer
- Hersymac
- Ingeniería en Sistemas
- IS Hardware-Software-Internet
- Net Connection
- Compu World
- PAC Computadoras
- PC Digital de México
- PC Shopping
- PCenter Net
- Red Integral de Servicios en Computación
- Smart B
- Soluciones para el 2000

3.6 Surgimiento de redes locales de producción

Otro acontecimiento que contribuyó significativamente durante los años noventa a la maduración del complejo industrial de la electrónica en Jalisco fue el surgimiento, y en algunos casos la consolidación, de vinculaciones productivas entre las plantas que operan en el área metropolitana de Guadalajara y el desarrollo incipiente de redes de producción basadas en relaciones de competencia y cooperación. Estos rasgos son característicos tanto de complejos de alta tecnología de corte posfordista, como Silicon Valley, cuanto de otros que se han desarrollado en países como Italia, India, Corea del Sur y muchos otros en industrias tales como la textil y la del calzado (UNCTAD, 1992).

Las redes de producción consisten básicamente en relaciones que se establecen entre dos o más empresas, formalmente independientes, dentro de una industria determinada, con frecuencia a través de fronteras nacionales, ya sea para fabricar un producto o línea de productos, para realizar funciones corporativas como diseño de productos, mercadotecnia, investigación básica, o bien para desarrollo de productos y/o tecnologías (UNCTAD, 1993). Las redes industriales pueden adoptar diferentes modalidades entre las que destacan las de proveedores, productores, consumidores, coaliciones de estándares y las redes de cooperación tecnológica (Ernst, 1997).

En el mundo corporativo el desarrollo de redes de producción es el resultado de una poderosa tendencia a la adopción de nuevas estrategias de negocios cuyo elemento clave es el uso de prácticas de subcontratación de manufactura de equipos originales por parte de las firmas multinacionales más grandes del planeta (Palacios, 2001). La subcontratación —o *outsourcing*, expresión en inglés que denota más cabalmente el concepto a que alude la tendencia en cuestión— es una consecuencia, y al mismo tiempo, una fuerza motriz de la aparición de las formas posfordistas de producción flexible y esbelta que hoy son práctica común en las empresas de vanguardia en Asia, Europa y Norteamérica. Como resultado de lo anterior, el *outsourcing* se convirtió en un instrumento vital para el funcionamiento y la supervivencia misma de las grandes corporaciones en esta era de intensificada competencia en los mercados internacionales.

La expresión por excelencia del *outsourcing* es la manufactura especializada por contrato, la cual se convirtió a su vez en una de las industrias más dinámicas y rentables en el mundo en los noventa, primordialmente en el ámbito de la electrónica y las tecnologías de la información. Al contratar al-

gunas de sus operaciones clave con firmas de manufactura electrónica por contrato CM, las grandes corporaciones de marca (OEM) obtienen acceso a tecnología, habilidades, instalaciones y equipo que ellos no tienen, pudiendo centrarse en sus capacidades centrales a nivel corporativo como la alta dirección, I&D, y mercadotecnia (Palacios, 2001).

Lo anterior ha llevado a las empresas de todos los tamaños, especialmente en países en desarrollo como México, a la necesidad de incorporarse a y participar activamente en redes locales, continentales y globales de producción dentro de industrias de alta tecnología como la electrónica. Sumado al hecho de que las subsidiarias de CM por definición están insertas en las redes globales en las que a su vez operan sus corporativos, esta circunstancia ha resultado en el surgimiento de vinculaciones crecientes entre las empresas de la electrónica en Guadalajara, un rasgo más de conglomerados tipo Silicon Valley que aparece en su émulo mexicano.

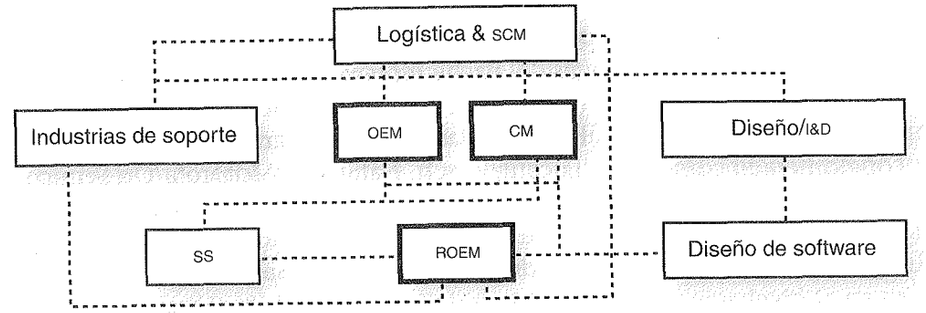
Si bien la mayoría de los vínculos económicos entre dichas empresas son de carácter ocasional y de corta duración, la tendencia es clara hacia una mayor interacción entre las mismas. Los vínculos más estables y duraderos son los que están surgiendo entre CM y sus clientes OEM; dados los altos costos que implica cambiar de contratista, las OEM virtualmente "se casan" con sus CM por todo el tiempo que el producto permanece en el mercado, que va más allá de la duración de los proyectos y se extienden en algunos casos hasta diez años o más. Por lo tanto, las relaciones OEM-CM en Guadalajara se han convertido en realidad en asociaciones a largo plazo basadas en la confianza y la cooperación, con lo que se están sentando los cimientos para el desarrollo de redes de producción en esta región (Palacios, 2001).[23]

3.7 La nueva estructura industrial del valle

Como resultado de los procesos referidos en las secciones anteriores, la estructura industrial del Valle del Silicio Mexicano se ha diversificado tan sustancialmente que presenta ocho categorías de empresas que hoy caracterizan al conglomerado jalisciense, las cuales han desarrollado determinadas vinculaciones en el curso de la interacción entre ellas, favorecida por su cercanía geográfica en esta región del occidente mexicano. El Gráfico 3 ilustra estas categorías, así como sus vinculaciones básicas:

[23] Ejemplos claros de esta tendencia son los siguientes: en 1999 Flextronics ensambló un lote de impresoras para Hewlett-Packard Guadalajara y la PCB que las operaba fue proporcionado por NatSteel. DTM, localizado en el campus industrial de Flextronics, hacía moldes de inyección de plástico que luego eran enviados a Solectron para el ensamble de componentes. Por otra parte, una contestadora telefónica de Philips llevaba cinco PCB, una proporcionada por NatSteel, dos por Flextronics y dos más por la misma Philips, la que adicionalmente hacía el ensamble final de la máquina (información obtenida por el autor en entrevistas a ejecutivos de Flextronics y Solectron en agosto de 1998 y 1999).

Gráfico 3 Estructura industrial del Valle del Silicio Mexicano



OEM:	Empresas manufactureras de marca
ROEM:	Empresas manufactureras regionales de marca
CM:	Empresas de manufactura electrónica por contrato
Industrias de soporte:	Fabricantes de partes y componentes metálicos y de plástico
SS:	Distribuidores de partes, componentes y materiales auxiliares
Logística & SCM:	Empresas de logística y administración de cadenas de abastecimiento
Diseño/I&D:	Empresas de diseño y desarrollo de productos
Diseño de software:	Empresas de desarrollo de software

Las OEM corresponden a subsidiarias de firmas multinacionales propietarias de tecnologías y marcas bien establecidas en las industrias electrónica, de cómputo y telecomunicaciones y en los mercados internacionales (*e.g.* IBM, Hewlett-Packard, Siemens, Kodak). Las ROEM son compañías locales fabricantes de una variedad de productos bajo sus propias marcas en las industrias eléctrica y electrónica (*e.g.* GPI Mexicana de Alta Tecnología). Las demás aluden a los tipos discutidos en su oportunidad.

3.8 El bache recesivo de 2001 y el escalamiento industrial del valle

Los avances discutidos en el apartado relativo al surgimiento de actividades de diseño de software y productos y de I&D forman parte del propósito colectivo de la comunidad del Valle del Silicio Mexicano de propiciar que éste transite del centro de ensamble y manufactura que ha sido hasta ahora, al estatus de un centro de desarrollo y aplicación de alta tecnología con capacidades de diseño e investigación, todo con miras a ascender en la escala de sofisticación y desarrollo productivo para dar mayor valor agregado a los productos terminados que en él se generan.

Dicho propósito ha sido planteado desde finales de los años noventa y refrendado con vigor después del bache recesivo de 2001, una de cuyas consecuencias fue el sustancial descenso en el nivel de actividad en el valle, reflejándose en el cierre de algunas de las plantas de carácter emblemático del conglomerado como NEC, Lucent/VTech, NatSteel y Motorola/On Semiconductor, así como en el despido de miles de trabajadores por parte de la mayoría de las subsidiarias que continuaron en operación, lo cual alcanzó en algunos casos más de la mitad de su fuerza laboral. Se estima que el descenso en el nivel agregado de empleo en Jalisco llegó a 15% (Hisamatsu, 2002), y en un reporte la firma Merrill Lynch reveló que en 2002 las principales subsidiarias del valle operaban a un 50 ó 60% de la capacidad instalada de sus plantas (Orihuela, 2002c).

Los esfuerzos para consolidar la evolución del sector se han resumido en la intención de organismos del sector privado y del gobierno del estado por que la industria electrónica en Jalisco identifique los productos que genera con la leyenda "Creado en México" en sus empaques, en lugar de la tradicional "Hecho en México". Con esto se trata de hacer explícito que se busca pasar de esquemas de producción de alto volumen y bajo valor agregado, implementadas bajo el *boom* de las CM, a otros de bajo volumen y alto valor agregado.

El bache recesivo fue particularmente severo en virtud de que la industria electrónica en Jalisco está compuesta casi en su totalidad por empresas de capital extranjero, la gran mayoría de Estados Unidos. En el año 2000, 99% de la inversión en esta industria era de origen extranjero, principalmente estadounidense, país que por sí solo aportaba 91% del total. Le seguían cuatro países asiáticos: Singapur, Taiwán, Japón y Hong Kong; al último se encontraban Alemania y México, con 0.2 y 1.1%, respectivamente (Palacios, 2001: 34-35).

Geográficamente, la inversión extranjera directa (IED) recibida entre 1995 y 1999 en la industria electrónica se concentró en sólo cinco de los 124 municipios de Jalisco. El área interior de la región metropolitana de Guadalajara (los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan) captó la mitad (49%) de esos capitales, mientras que El Salto recibió 45% por sí solo, lo cual se explica por la presencia del Corredor Industrial de El Salto en ese municipio (Palacios, 2001).

Lo anterior define una condición distintiva del Valle del Silicio Mexicano: ser un conglomerado industrial conformado por subsidiarias de empresas extranjeras cuyos corporativos les definen las principales directrices para su operación y desarrollo. Esta condición es consistente con, y de hecho reflejo de, la forma en que se inició el conglomerado en los años sesenta del siglo pasado con la llegada de filiales de dos grandes firmas de la electrónica, Motorola y Burroughs. Por lo tanto, el éxito de las iniciativas para que deje de ser un mero centro de manufactura y ensamble y se convierta en un complejo industrial que cultive y genere alta tecnología, dependerá de los corporativos a los que pertenecen las subsidiarias del valle, de cuán conveniente consideren reubicar en éste procesos, productos y operaciones más sofisticados que los que actualmente se desarrollan en otras de sus filiales alrededor del mundo, mismos que involucran mayor valor agregado y requieren de capacidades y habilidades mayores para su ejecución. De hecho, la permanencia misma de las subsidiarias en este enclave mexicano depende de lo que dicten las estrategias corporativas de las compañías matriz en cada coyuntura, como ha quedado claramente manifestado con el cierre de las que alguna vez operaron aquí: Burroughs, Unisys, Motorola, On Semiconductor, Lucent Technologies, VTech, NEC y NatSteel.

No obstante que la reconversión o escalamiento (*upgrade*) del valle no parece un cometido fácil, dado que hay factores que intervienen y que están fuera del control de autoridades y organismos privados locales, en los últimos años se han producido avances en ese sentido con la instalación de empresas de alta tecnología en el área, como Technicolor, y de centros de diseño de clase mundial como los de CDI, Intel, Global Vantage, Siemens VDO y ST Microelectronics, así como con el crecimiento y en su caso la creación de un considerable número de empresas de diseño de origen local, como se refirió anteriormente. A todo ello se añade el cambio en la naturaleza de la mayoría de los proyectos y productos que procesan las empresas de manufactura por contrato (CM) de la región, que han evolucionado hacia otros de mayor complejidad y valor agregado.

En conjunto, los desarrollos anteriores anuncian el comienzo de un proceso de transformación y de ascenso en la escala tecnológica y productiva de las empresas del Valle del Silicio Mexicano, al generar productos de más alto valor agregado y sentar las bases para que el conglomerado trascienda la condición de enclave de manufactura masiva y ensamble que ha ostentado desde sus orígenes.

4 El carácter del complejo jalisciense

Como se documentó en las secciones precedentes, el desarrollo de la industria electrónica en la región metropolitana de Guadalajara ha presentado, en diferentes etapas de su evolución, algunos rasgos que caracterizan al Silicon Valley original en tanto modelo de referencia para caracterizar complejos industriales alrededor del mundo que utilizan tecnologías avanzadas en sus procesos de gestión y de producción. Los rasgos más distintivos son:

- La gestación de nuevas empresas dentro de las pioneras y otras en operación por iniciativa de ex empleados de las mismas (*spin-offs*).
- La creación de nuevas empresas por iniciativa de empresarios o ingenieros locales no ligados a las existentes, dado la economía de aglomeración y el favorable ambiente de negocios generado por el crecimiento del conglomerado (*start-ups*).
- La aparición de actividades de diseño y desarrollo de productos así como de diseño de software.
- El surgimiento de vinculaciones de negocios y la subsecuente formación de redes de producción entre las empresas del conglomerado.
- Y, un crecimiento sostenido del conjunto a través de un periodo relativamente largo.

No obstante, tal como se estableció en las páginas precedentes, es evidente que el caso de Guadalajara constituyó desde sus inicios un fenómeno cualitativamente distinto del que floreció en aquella mítica región suburbana ubicada al sur de San Francisco, California. El que nos ocupa nació en circunstancias geográficas y económicas cualitativamente diferentes, en un país en desarrollo, y por lo tanto siguió una trayectoria distinta de la descrita por Silicon Valley, ese caso paradigmático de desarrollo exponencial y sostenido de un conglomerado de alta tecnología en una región determinada (Palacios, 1992).

El complejo jalisciense fue gestado por subsidiarias de corporaciones extranjeras de marca (OEM), las cuales fungieron al principio como dinamos del proceso y posteriormente como empresas ancla del conglomerado resultante de su presencia y de otras OEM que se establecieron subsecuentemente. Desde su origen, han sido empresas extranjeras las que han fungido como actores protagónicos, motores y reguladores de los procesos de expansión y contracción del Valle del Silicio Mexicano. Por ende, la escala de operación y las decisiones de expansión o contracción de las plantas que lo componen han sido dictadas en última instancia por las estrategias corporativas de sus respectivas firmas matrices, las cuales responden a su vez a las exigencias de los mercados y los vaivenes de la economía internacional, dada su presencia en múltiples localizaciones alrededor del mundo.

El hecho contundente, y particularmente revelador, es que después de más de tres décadas de desarrollo y maduración, la industria electrónica en Guadalajara no ha logrado enraizarse en la economía de la región ni en la del país, en la medida en que importa cuando menos 95% de los insumos que utiliza y en que la escala y contenido de sus operaciones no están conectados a los circuitos de la economía de la región ni a los del país donde se asientan las empresas que la componen. A su vez, esto se debe a que el proceso no ha logrado inducir el despegue de industrias de soporte y de redes de proveedores de origen local, no obstante los esfuerzos realizados en este sentido por organismos como Canieti a través de Cadelec (Cadena Productiva de la Electrónica), creado por esta cámara para cumplir ese propósito.

Por todo ello, lo que también debe destacarse es que después de cerca de siete lustros, el Valle del Silicio Mexicano es aún un conglomerado industrial predominantemente inconexo y desarticulado, en cuanto que todavía consiste, en su mayoría, en una aglomeración de plantas que no han logrado establecer vínculos productivos amplios y duraderos, entre sí ni con el entorno productivo de la región y el país en los que operan, lo cual se debe en parte a la rotación de empresas que se registra a su interior como reflejo de su condición extranacional.

A partir de lo anterior, es pertinente preguntarse a qué tipo de formación industrial ha correspondido hasta ahora el Valle del Silicio Mexicano, según las que se han tipificado mediante algunos de los conceptos más usados para caracterizar conglomerados industriales en diferentes partes del mundo. El siguiente apartado intenta dar una respuesta a dicha interrogante.

4.1 ¿Zona de procesamiento de exportaciones, distrito industrial, tecnopolo o cluster?

En un trabajo anterior (Wilson y Palacios, 1988), el autor de este capítulo argumentó que el caso jalisciense se ajustaba en principio a la figura de las llamadas zonas de procesamiento industrial para la exportación (EPZ, siglas en inglés), elaborada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial en los años setenta del siglo pasado y criticada por Fröbel *et al.* (1981).

También llamadas zonas francas de fabricación para la exportación y zonas libres industriales, las EPZ tienen variantes como las zonas económicas especiales (SEZ) y las zonas de desarrollo económico y tecnológico (ETDZ) en China, así como las Unidades Orientadas a la Exportación (EOU) en India (Gupta, 1996). En todo caso, las EPZ son, básicamente, complejos industriales planeados, conformados por plantas ensambladoras que realizan procesos intensivos en mano de obra y destinan toda su producción a mercados de exportación, por lo que funcionan como meros enclaves pues su operación conjunta prácticamente desvinculada del entorno productivo local. Un ejemplo de EPZ con cierta similitud con Guadalajara es la capital del estado de Penang, en Malasia, conocida como el Silicon Valley of the East (Valle del Silicio del Este), en donde operan numerosas plantas filiales de las compañías multinacionales más grandes del mundo en industrias de alta tecnología como la electrónica, la computación, la automotriz y las telecomunicaciones (Palacios, 1995).

Empero, dadas las incipientes vinculaciones productivas y de negocios que ya se habían establecido para entonces entre las empresas que lo componen, el autor concluyó en el mismo trabajo (Wilson-Palacios, 1988) que el Valle del Silicio Mexicano se podía caracterizar más bien como lo que él mismo llamó un conglomerado industrial orientado a la exportación, concepto que resultó similar al de complejos territoriales localizados (*localized territorial complexes*) que Scott (1987) había formulado un año antes.

Más recientemente, sin embargo, han entrado en circulación otros conceptos que consideran rasgos que han estado, y aún están, presentes en el caso de Guadalajara. Uno es el de distrito industrial, el cual fue originalmente acuñado y documentado por el economista inglés Alfred Marshall a finales del siglo XIX, y se refiere a comarcas o regiones donde se instalaba una población de empresas que fabricaban un producto o grupo de productos comunes, y por lo tanto estaban vinculadas entre sí a través de transacciones de intercambio mercantil de insumos o productos intermedios. El concepto fue

retomado por una diversidad de autores en los últimos lustros del siglo XX (*e.g.* UNCTAD, 1992) y ha sido usado en numerosos estudios sobre este tipo de formaciones industriales.

Otro concepto de relevancia directa es el de tecnopolo, conocido en Francia desde los años setenta y ochenta del siglo pasado pero formalizado y difundido por Manuel Castells y Peter Hall a mediados de los noventa. Este término pretende ser más comprehensivo y genérico, y por lo tanto capaz de caracterizar a todos los complejos industriales y tecnológicos de mayor importancia en el mundo, desde Silicon Valley y la Ruta 128 en Estados Unidos, Sofía-Antípolis en Francia, Tsukuba y Kansai en Japón, y Taedok en Corea del Sur, hasta tecnociudades como Cartuja en España y Adelaide en Australia (Castells y Hall, 1994).

El tercero es el concepto de complejo o conglomerado (cluster), formulado y popularizado por el gurú estadounidense de la competitividad y la productividad Michael Porter (1990; 1998), el cual, como el de tecnopolo, aspira a ser un término igualmente abarcador.[24] Porter parte de que las industrias competitivas en un país no están distribuidas uniformemente en la economía nacional, sino que se agrupan en conglomerados (clusters) vinculados a través de relaciones verticales (compradores/proveedores) u horizontales (clientes comunes, tecnologías, canales de distribución). Los conglomerados pueden tener un carácter meramente sectorial, como los *keiretsu* japoneses, o el formado en Suecia en torno a la industria forestal, o el integrado por la industria de telefonía celular en Finlandia; o bien geográfico, en los casos en que las industrias involucradas se concentran en determinadas localidades o regiones. De acuerdo con Porter, una vez que se forma un conglomerado, todas las industrias o empresas que lo integran se apoyarán mutuamente entre sí, de modo que el conjunto no será la suma de sus partes sino que adquirirá una tendencia propia y natural a expandirse en la medida en que una industria competitiva generará otras. Cuando todo el conglomerado se concentra en una localidad o región dentro de un país, la proximidad geográfica propiciará eficiencia y especialización en sus empresas integrantes, así como encadenamientos hacia atrás y hacia delante y vinculaciones horizontales interfirma o interindustriales dentro del conjunto.

[24] Esta pretensión es favorecida por el hecho de que el término inglés *cluster* tiene un significado marcadamente genérico en el sentido de que denota un conjunto cualquiera de personas u objetos que se encuentran, se mueven o crecen juntos. Véase por ejemplo el *Oxford Dictionary of Current English,* Oxford University Press, 1996.

De todos los discutidos, los conceptos de tecnopolo, distrito industrial y cluster han sido los más usados por analistas y académicos de todas las latitudes como referencia analítica para el estudio de aglomeraciones industriales que se asientan en regiones o localidades determinadas. Empero, dado que el caso de Guadalajara también comporta rasgos de los términos discutidos en párrafos precedentes, la pregunta sigue vigente en cuanto a cuál es el que puede describir mejor el caso del complejo de la electrónica asentado en la región central de Jalisco, en México.

Para ello es menester señalar que, si bien cada uno destaca ciertos rasgos particulares de los complejos a los que aluden, el hecho es que los conceptos descritos ostentan semejanzas y elementos comunes, y por lo tanto se traslapan: un distrito industrial es a la vez un cluster y viceversa; igualmente, un tecnopolo es un distrito industrial y viceversa y ambos son una forma de cluster, todo lo cual se refleja en que con frecuencia los tres son usados indistintamente para designar a una misma formación industrial, como ocurre en especial con Silicon Valley. Adicionalmente, los tres comparten el rasgo común de que se refieren a fenómenos desarrollados de manera más o menos espontánea. Por tanto, el uso de uno u otro dependerá más bien de los objetivos del análisis en cuestión y/o de los elementos o aspectos que se busque enfatizar en cada caso.

Por su parte, las EPZ, al igual que las SEZ, ETDZ y EOU, son a su vez una variante singular de cluster, si bien hacen referencia a enclaves planeados, construidos por diseño y por conveniencia estratégica para alcanzar objetivos de políticas impulsadas por gobiernos nacionales o locales que buscan una industrialización rápida, sin las complicaciones ni los largos periodos que entraña un proceso endógeno y nativo de crecimiento y diversificación productiva hacia el sector secundario de la economía. Los resultados podrán ser más inmediatos siguiendo la vía de las EPZ, pero a costa de sustentar el proceso en enclaves industriales que no echan raíces en las regiones donde se asientan, como lo ha ilustrado el caso del complejo de la electrónica en Guadalajara. No obstante, puede decirse que el Valle del Silicio Mexicano se ajusta más al concepto de conglomerado industrial orientado a la exportación que al de EPZ, como se refrendó en un trabajo anterior (Palacios, 1997).

En su acepción moderna, un distrito industrial es básicamente un conjunto de pequeñas y medianas empresas que generan un grupo de productos interrelacionados en una localidad dada, a través de relaciones de competencia y cooperación. Es también "una red localizada de productores

vinculados por una división social del trabajo, en necesaria asociación con un mercado laboral en el ámbito local" (Scott, 1992; Nadvi, 1992).

Un factor prioritario para que un distrito industrial se desarrolle es la generación de economías de escala y de alcance, las cuales permitan a sus empresas constituyentes beneficiarse de los productos y operaciones de otras empresas en el distrito. Todas sus empresas estarán así conectadas por una variedad de vinculaciones productivas, hacia atrás y hacia adelante, que con el tiempo darán lugar al surgimiento de un entramado de redes de producción que serán el andamiaje sobre el que se sustente el desarrollo del complejo como un todo. Algunas de esas empresas también estarán conectadas a redes más amplias que trasciendan fronteras nacionales a escala continental y global, encabezadas por las corporaciones multinacionales más grandes del complejo (Palacios, 2001).

Desde esa perspectiva, es evidente que el Valle del Silicio Mexicano presenta rasgos de un distrito industrial, si bien la condición prioritaria relativa al tamaño de sus empresas, que deben ser pequeñas y medianas, no se cumple. Sin embargo, como se vio antes, en los últimos años se ha producido una incipiente interacción y una creciente complementariedad entre las plantas que componen al conglomerado jalisciense, especialmente entre OEM y CM. Esto puede entenderse como una primicia de la puesta en marcha de un proceso de creación de vinculaciones productivas más extensas que puede conducir a la formación de redes de producción y de negocios más durables, las cuales son un elemento vital para la gestación y desarrollo de distritos o clusters industriales, así como de complejos de alta tecnología en general en cualquier lugar del mundo.

Al respecto se puede mencionar también la incorporación de empresas de logística y administración integrada de cadenas de abastecimiento al Valle del Silicio Mexicano en los últimos años, así como de empresas en industrias de soporte, proveedoras de partes y componentes. Asimismo, las subsidiarias de las más grandes firmas multinacionales de manufactura por contrato que arribaron a la región en los últimos años han atraído proveedores de los principales insumos (partes y componentes) y servicios que requieren, lo cual ha contribuido a su vez tanto al surgimiento de redes locales de producción y de negocios como a la diversificación industrial del conglomerado como un todo. Más aún, es posible que esas CM atraigan a más OEM extranjeras en el futuro cercano, lo cual se refuerza a medida que crece la oferta de servicios, productos e infraestructura en Guadalajara, lo cual potencia las ventajas y atractivos naturales de establecerse en la ciudad y su re-

gión. Todo ello indica que el proceso empieza a adquirir una dinámica propia que con el tiempo ser autosostenida, expectativa que se refuerza con el hecho de que todo el proceso ha sido y seguirá siendo apoyado por acciones decisivas de fomento por parte del gobierno del Estado de Jalisco y de una diversidad de organismos de naturaleza privada y mixta, entre los que destacan Cadelec y la Delegación Occidente de Canieti que la auspicia, la cual ha sido el catalizador primario de las actividades, iniciativas y planes de los actores que han protagonizado el desarrollo del Valle del Silicio Mexicano.

Sobre la base de lo anterior, puede concluirse que Guadalajara posee los ingredientes primordiales necesarios para convertirse en el futuro en un cluster, y con ello aspirar a que se produzca en su seno la dinámica y los beneficios que caracterizan a dichas formaciones, de acuerdo con la conceptualización que al respecto formuló Porter (1990; 1998). Sin embargo, dados los traslapes antes referidos, ese cluster no sería otra cosa que una variante de distrito industrial cuyo rasgo distintivo sería incluir empresas de todas las proporciones, sobre todo de gran tamaño, que se especializaría en manufactura y diseño de alta tecnología en las industrias electrónica, de cómputo y de telecomunicaciones. Esto dependerá de la medida en que surjan proveedores y socios locales y se desarrollen vínculos productivos duraderos entre las empresas que lo conforman. Sólo así podrá aspirar a trascender definitivamente la condición de enclave y convertirse en un complejo industrial más articulado y enraizado en los circuitos económicos de la región.

En los últimos años, la aparición de nuevas empresas y de actividades de diseño, software e I&D dentro de algunas de las existentes, da pie a crear expectativas de que el conglomerado jalisciense puede reconvertirse en el sentido de ascender en la escala de la productividad y la diversificación. Ello le permitiría transformarse en un centro no sólo de uso sino también de generación de la tecnología que sus operaciones requieran, dentro de una trayectoria de desarrollo similar a la que han seguido complejos de vanguardia como Silicon Valley o su símil estadounidense más cercano, la Ruta 128 en Massachussets (Palacios, 1992).

5 Elementos para una estrategia de desarrollo

Para lograr el objetivo, se requiere emprender acciones encaminadas a la formación de empresarios locales que se conviertan en proveedores, socios y, finalmente, competidores de las subsidiarias extranjeras que predominan en el Valle del Silicio Mexicano. Es menester valorar la presencia y operación

de dichas subsidiarias en las que ingenieros y administradores jaliscienses han aprendido, y siguen aprendiendo, rutinas de trabajo y formas de gestión modernas, adquiriendo habilidades técnicas, el dominio de tecnologías de vanguardia y conocimientos clave sobre el negocio de la electrónica en general.

Todas estas experiencias deben capitalizarse para propiciar en Jalisco el desarrollo de una cultura industrial y empresarial que permita superar las inhibiciones, reservas y temores que han mostrado los inversionistas del estado, y del país, hacia este negocio, para después encontrar nichos de mercado en los que puedan ofrecer productos y servicios mediante la creación de empresas locales junto con ex empleados de las extranjeras o como nuevos interesados. De esta manera se logrará concretar la formación de empresarios conocedores y promotores de esa industria, empresarios que vean más allá de las actividades a las que tradicionalmente se han dedicado en un ámbito local y que sean capaces de poner en marcha un proceso vigoroso y sostenido de creación de *spin-offs* y *start-ups*. A su vez esto hará posible el desarrollo de redes de proveedores, de socios y de competidores locales vinculados entre sí a través de relaciones de cooperación, complementación y competencia.

Sólo de esa manera se podrá aspirar a que el llamado Valle del Silicio Mexicano trascienda los rasgos de enclave industrial que han predominado hasta ahora en su carácter (EPZ, conglomerado industrial orientado a la exportación) y se convierta en un distrito industrial *sui generis*, un tecnopolo o un cluster *á là* Porter de los que ya ostenta rasgos significativos, tal como aquí se ha documentado. Empero, lo realmente relevante no es hacer que este caso encaje a como dé lugar en alguno de esos conceptos-*cum*-tipos ideales, sino valorar y aprovechar efectivamente el potencial que este complejo encierra. Es imperativo destacar la necesidad de concebirlo más allá de la abstracción sectorial, como un conjunto de actividades productivas concretas, asentadas en una región que aloja una compleja economía a la cual deberán integrarse como condición decisiva para lograr su desarrollo sostenido en el futuro.

Índice de referencias

Bárcenas, Arturo (2000) "Viene Titán a Guadalajara", *Mural*, 13 de marzo

Barros, José (2000) "De fábrica de manufactura a centro de desarrollo", *Mural*, 27 de noviembre

Barros, José (2001) "Instalan aquí centro de diseño", *Mural*, 2 de abril

Business Week (1989) 3 de abril

Cadelec-ITESM (2000) *Resultados de los Talleres del Día del Proveedor de la Industria Electrónica de Jalisco*, Guadalajara, Jalisco, Cadena Productiva de la Electrónica-ITESM Campus Guadalajara

Cadelec (2004) "The EMS Industry in North America, Current State and Positioning for the Future: The case of Guadalajara", inédito, mayo

Castells, Manuel y Peter Hall (1994) *Technopoles of the World. The Making of 21st Century Industrial Complexes*, Londres, Routledge.

Cortés, Guillermo (2001) "Arranca operaciones el Cipis en Jalisco", *Mural*, 17 de febrero

Curiel, Raúl (2001) "Instala planta Modus Media", *Mural*, 22 de febrero

Dedrick, Jason, Kenneth Kraemer y Juan J. Palacios (1999) "Impacts of economic integration on the computer sector in Mexico and the United States" en Reporte de resultados del proyecto del mismo nombre llevado a cabo con financiamiento del UC MEXUS-Conacyt Collaborative Grants Program

Dedrick, Jason, Kenneth Kraemer y Juan J. Palacios (2001) "Impacts of liberalization and economic integration on Mexico's computer sector", *The Information Society*, v. 17, núm. 2: 119-132

Dedrick, Jason, Kenneth Kraemer, Juan J. Palacios, Paulo Bastos Tigre y Antonio Jose Junqueira Botelho (2001) "Economic liberalization and the computer industry: Comparing outcomes in Brazil and Mexico", *World Development*, v. 29, núm. 7: 1199-1214

Dussel Peters, Enrique (1998) "La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa", *Desarrollo Productivo*, núm. 55: 1-65

Dussel Peters, Enrique y Clemente Ruiz Durán (2000) "North American Integration and Development: the computer industry", en *"North American Integration and Development: Trasnational Research on Industrial and Employment Restructuring"*, The Ford Foundation

El Informador (1999) "ASCI: historia de investigación y éxito en la informática de Jalisco", 15 de marzo

Ernst, Dieter (1997) "From partial to systemic globalization: international production networks in the electronics industry", *Working Paper # 98*, Berkeley Roundtable on the International Economy, University of California, Berkeley

Expansión (1989) septiembre

Fröbel, Folker, Jürgen Heinrichs y Otto Kreye (1981) *La nueva división internacional del trabajo*, México, Siglo XXI Editores

Gupta, S.P. (ed.) (1996) *China's Economic Reforms. Role of Special Economic Zones and Economic and Technological Development Zones*, Nueva Delhi, Allied Publishers, Ltd.

Hisamatsu, Yoshiaki (2002) "Memo on the Electronics Cluster in Guadalajara", Manuscrito inédito, Department of Advanced International and Social Studies, Universidad de Tokyo

Jiménez, Roberto (2000a) "Inauguran planta de Pemstar", *Mural*, 7 de abril

Jiménez, Roberto (2000b) "Comienza YCH la construcción de sus oficinas", *Mural*, 11 de agosto

López Villegas, Guillermo (2000) "Crece Valle de Silicio Mexicano: abren planta electromecánica", *Mural*, 26 de junio

López Villegas, Guillermo (2002) "Recibe ITESO laboratorio", *Mural*, 18 de febrero

López Villegas, Guillermo (2004a) "Festeja HP por partida doble", *Mural*, 14 de junio

López Villegas, Guillermo (2004b) "Apoyan diseño de tecnología mexicana", *Mural*, 23 de agosto

Nadvi, Khalid (1992) "Industrial districts experiences in developing countries"en UNCTAD, *Technological Dynamism in Industrial Districts: An Alternative Ap-*

proach to Industrialization in Developing Countries, Nueva York, Conferencia de Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas: 191-255

Orihuela, Gabriel (2000a) "Lo Dan West inaugura planta", *Mural*, 10 de febrero

Orihuela, Gabriel (2000b) "Compra Multek a tapatía Cumex", *Mural*, 20 de junio

Orihuela, Gabriel (2000c) "Crece iLogistics en sus áreas de producción", *Mural*, 2 de septiembre

Orihuela, Gabriel (2000d) "Espera Siemens incremento de 17 por ciento de sus ventas", *Mural*, 8 de septiembre

Orihuela, Gabriel (2001) "Hará Flextronics copiadoras Xerox", *Mural*, 2 de octubre

Orihuela, Gabriel (2002a) "Llega Newark a Guadalajara", *Mural*, 10 de mayo

Orihuela, Gabriel (2002b) "Inauguran en Kervo instalaciones", *Mural*, 25 de mayo

Orihuela, Gabriel (2002c) "Ven lejos recuperación de la industria electrónica", *Mural*, 25 de julio

Orihuela, Gabriel (2002d) "Pelea Jalisco crear diseños", *Mural*, 5 de agosto

Orihuela, Gabriel (2002e) "Trasladan operación a El Salto", *Mural*, 16 de Agosto

Orihuela, Gabriel y José Barros (2001) "Se unen Sanmina y SCI Systems", *Mural*, 17 de julio

Palacios Lara, Juan José (1990) "Maquiladoras, reorganización productiva y desarrollo regional: el caso de Guadalajara" en Bernardo González-Aréchiga y José Carlos Ramírez (omps.), *Subcontratación y Empresas Transnacionales. Apertura y Reestructuración en la Maquiladora,* Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte-Fundación Friedrich Ebert: 459-488

Palacios Lara, Juan José (1992) "Guadalajara: ¿Valle del Silicio Mexicano?", *Tiempos de Ciencia,* núm. 27: 7-17

Palacios Lara, Juan José (1995) "Multinational corporations and technology transfer in Penang and Guadalajara" en Edward, K.Y. Chen y Peter Drysdale (eds.) *Corporate Links and Foreign Direct Investment in Asia and the Pacific*, Pymble, New South Wales, Harper Educational: 153-186

Palacios Lara, Juan José (1997) *Industrialización y Desarrollo Regional en Jalisco. Por una Política Estatal de Planeación,* Guadalajara, Universidad de Guadalajara

Palacios Lara, Juan José (2001) *Production Networks and Industrial Clustering in Developing Regions. Electronics Manufacturing in Guadalajara, México,* Guadalajara, Universidad de Guadalajara

Porter, Michael E. (1990) *The Competitive Advantage of Nations. With a New Introduction,* Nueva York, The Free Press

Porter, Michael E. (1998) "Clusters and the new economics of competition", *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre: 77-90

Rivera Vargas, María Isabel (2002) *Technology transfer via university-industry relationship: The case of the foreign high technology electronics industry in Mexico's Silicon Valley*, Nueva York-Londres, Routledge Farland

Scott, Allen J. (1987) "The semiconductor industry in South East Asia", *Regional Studies*, núm. 21: 143-160

Scott, Allen J. (1992) "The role of large producers in industrial districts: a case study of high technology systems houses in southern California", *Regional Studies,* núm. 26: 265-275

Seproe (2000) *Jalisco y sus sectores estratégicos: Una visión de su presente y su futuro,* Guadalajara, Secretaría de Promoción Económica-Gobierno del Estado de Jalisco

UNCTAD (1992) *Technological Dynamism in Industrial Districts: An Alternative Approach to Industrialization in Developing Countries*, Nueva York, Conferencia de Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas

UNCTAD (1993) *World Investment Report. Transnational Corporations and Integrated International Production*, Nueva York, Conferencia de Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas, Programa de Corporaciones Transnacionales

Vela del Bosque, Humberto (2001) "¿Otro Silicon Valley?", *Mural*, 26 de febrero

Velazco, Jorge (1999) "Firman contrato por 30 mdd Philips y Redwood Systems", *El Informador*, 22 de febrero

Velazco, Jorge (2002) "Cierra planta en junio On Semiconductor", *Mural*, 6 de mayo

Wilson, Patricia y Juan J. Palacios (1988) "The development of the maquiladora industry and local economic linkages in the interior: the case of Guadalajara", Reporte de resultados del proyecto del mismo nombre financiado por la Commission for the Study of International Migration and Cooperative Economic Development, Washington, D.C., Gobierno de Estados Unidos

3

¿Qué tan sustentables son los beneficios derivados de las redes globales de producción? Perspectivas de escalamiento de la industria electrónica en Malasia[1]

Dieter Ernst

Una de las características más notables del siglo XXI es que todo se ha vuelto comercializable. John Plender, *Going off the rails: global capital and the crisis of legitimacy, 2003*

El mundo se ha centrado ahora más en Estados Unidos de lo que lo había hecho anteriormente. Stephen Roach, Economista en jefe de Morgan Stanley en el Foro Económico Mundial 2003

Uno de los temas importantes que hay que examinar es si las alianzas de comercio intrarregional y los vínculos de inversión funcionarán, y hasta qué punto lo harán como un factor principal de crecimiento en el futuro. Ivan Tselichtchev

INTRODUCCIÓN

La progresiva integración de la industria electrónica en Asia del Este a las redes globales de producción (GPN, global production networks) es un ejemplo fascinante de los beneficios que las firmas asiáticas pueden obtener al llevar a cabo alianzas con empresas extranjeras (Borrus, Ernst y Haggard,

[1] El documento fue publicado por primera vez en inglés en Kidd y Richter (eds.) *Trust and Antitrust in Asian Business Alliances* (Basingstoke, 2004, Palgrave MacMillan), editado para el Foro Económico Mundial.

2000; Ernst, 1997). Su participación en la red les ha dado el acceso a los mercados de principal crecimiento en la industria, ayudando a compensar el tamaño de sus mercados nacionales, que en un principio era muy reducido. También proporcionó nuevas oportunidades de empleo y provocó que los proveedores asiáticos de la red desarrollaran capacidades administrativas y tecnológico-operativas, principalmente (Ernst y Kim, 2002). Como resultado, Asia del Este ha surgido como la base manufacturera mundial dominante de la industria electrónica, especialmente para el ensamble y manufactura de componentes.

Sin embargo, la crisis financiera de 1997, así como el descenso de la actividad en la industria electrónica mundial desde finales del año 2000, ha expuesto de manera rigurosa el lado débil de la industrialización orientada hacia las exportaciones: un país es más vulnerable cuanto más se enfoque en la producción masiva de ensamble intensivo de productos *commodity* (estándar), y cuanto mayor sea la participación de estos productos electrónicos en sus exportaciones. Esto ha dado origen a un importante debate que informaría sobre el estudio del monopolio y del antimonopolio existente en las redes corporativas fronterizas, especialmente en aquellas redes que incluyen empresas de países asiáticos. Este debate se erigió en torno de tres preguntas específicas:

1. ¿Es posible mantener los primeros beneficios derivados de la integración a las GPN?
2. ¿Es posible que estos beneficios se amplíen, de modo que incorporen mejoras en el aprendizaje, capacidad innovadora y valor agregado?
3. ¿Qué adaptaciones son necesarias en las estrategias y organización de las empresas, así como en las políticas gubernamentales relacionadas para lograr los dos primeros objetivos?

Este capítulo propone que el escalamiento (*upgrading*) en la industria electrónica de Asia del Este es un requisito esencial para mantener y ampliar los beneficios de integración a las GPN. Definido como un cambio en los productos con mayor valor agregado, en los servicios y en las etapas de producción a través de la creciente especialización y eficiencia de las alianzas nacionales e internacionales, el escalamiento industrial requiere de una firme base de conocimiento en el país. El escalamiento exitoso implica enormes retos; entre los principales están importantes inversiones a largo plazo, por ejemplo en habilidades especializadas y capacidades de innovación

e investigación. Por el contrario, en los países donde la estructura de la industria nacional proporciona sólo incentivos limitados para que las empresas inviertan a largo plazo, las perspectivas de escalamiento seguirán siendo limitadas.

Es obvio que estas condiciones implican que "surgirán ganadores y perdedores y la diferenciación se incrementará" (Tselichtchev, 2003). Sin embargo, la globalización basada en la creciente inequidad difícilmente es una propuesta realista, ya que esto da origen al antimonopolio, si no es que a la violencia y las guerras. Por eso es necesario hacer esfuerzos conscientes para contraatacar la creciente desigualdad y las empresas pueden contribuir con estos esfuerzos. Las claves del éxito son las innovaciones en la organización que ayudan a desarrollar y dispersar las habilidades y capacidades *antes* de que lo haga el mercado. El conocimiento internacional se origina a través de la participación en las GPN, así como a través de los vínculos (*linkages*) con universidades extranjeras, empresas de consultoría y a través de redes globales informales (*peer groups*) que pueden desempeñar un importante papel de catalizadores. Es posible que estos vínculos internacionales diversos ayuden a las empresas asiáticas a sobrellevar las brechas en cuanto a las habilidades especializadas y las capacidades de innovación, que promuevan, además, los cambios necesarios en la organización y en los procedimientos para desarrollar estas capacidades localmente.

Es difícil considerar en un solo documento el alcance total de las perspectivas de escalamiento a las que se enfrentan los países de Asia del Este a través de su participación en la red. Por tal motivo nos enfocamos en Malasia,[2] un país de tamaño medio que enfrenta un desafío particularmente demandante debido a tres características peculiares de su industria electrónica. Primero, Malasia excede a la mayoría de los productores de la industria electrónica en Asia, con excepción de Singapur, respecto de su exposición a las GPN. La industria electrónica constituye aproximadamente 60% de las exportaciones de Malasia, dicha industria es la principal receptora de inversión extranjera directa (IED), pues comprendía más de un tercio de la IED total entre 1996 y 1998 (MIDA, 1999).[3] En tanto que el mercado de Estados Unidos ab-

[2] Para estudios relacionados con las perspectivas de escalamiento en la industria electrónica de Korea y Taiwán véase Ernst, 1994, 2000 y 2001.

[3] Cerca de 100 grandes filiales extranjeras dominan esta industria de manera efectiva. Su participación en las exportaciones de productos fabricados (en su mayoría electrónicos), ha incrementado rápidamente de 39.8% en 1985 a 68.3% en 1992 (Takeuchi, 1997: 9).

sorbía 25% de las exportaciones totales de Malasia, esto es aproximadamente 40% de las exportaciones de la industria electrónica.

Segundo, con el Centro de Desarrollo de Penang (*Penang Development Center*), con sus dos Planes Maestros Industriales, y con las pólizas de seguro (desarrolladas para su Súper Corredor Multimedia), Malasia ha desarrollado una de las formas más agresivas de incentivar el escalamiento en las empresas privadas (tanto extranjeras como nacionales).

Tercero, y sin embargo, a pesar de la implementación de estas políticas de apoyo al escalamiento, encontramos un balance mixto de beneficios a partir de la integración de la red. En el lado positivo, Malasia experimentó una importante capacidad y expansión del mercado internacional compartido para productos electrónicos, en un periodo relativamente corto; además, hasta mediados de 1990, la generación de empleos fue significativa, acompañada de un considerable crecimiento en la productividad. No obstante, desde entonces ese crecimiento en la productividad ha disminuido y los despidos se han incrementado considerablemente. Las operaciones de ensamblaje barato continúan dominando y es notable que Malasia ha fracasado en desarrollar una estructura industrial lo suficientemente profunda y diversificada para emprender el escalamiento, a partir de una masa crítica de inversiones corporativas en técnicas de especialización y capacidades de innovación. En resumen, la experiencia de Malasia en la industria electrónica indica que no se obtienen beneficios automáticamente al participar en las GPN.

Así pues, la sección 1 de este capítulo presenta una definición operacional sobre el escalamiento industrial. La sección 2 describe las características clave de las GPN y documenta el surgimiento de una compleja "red de redes" multinivel, la cual proporciona nuevas oportunidades para el escalamiento industrial, pero también origina requisitos limitados para participar en estas redes. La sección 3 enfatiza el análisis de las debilidades estructurales de la industria electrónica de Malasia, lo cual refuerza la idea de perspectivas de escalamiento, evalúa las políticas que tratan de vincular el desarrollo de grupos y la integración a la red mundial, e inquiere a qué grado las alianzas con fabricantes contratistas (CM, por sus siglas en inglés) pueden incrementar los beneficios de participar en la red. La sección 4 concluye el tema con la exploración de nuevas oportunidades, de las cuales surja un conocimiento internacional que podría complementar las alianzas de Malasia con las GPN.

1 Escalamiento industrial

Una estrategia adecuada de desarrollo a largo plazo para las industrias electrónicas asiáticas debe centrar su esfuerzo en optimizar la especialización, la productividad y las alianzas, tal como lo define Hirschman (1958: capítulo 6), para lo cual es necesario contar con una amplia base de técnicas y capacidades innovadoras. Estos cuatro elementos son requisitos esenciales para optimar la capacidad de un país mediante el incremento del capital a largo plazo, que es necesario para facilitar la inversión, la Investigación y Desarrollo (I&D), y el desarrollo de recursos humanos. El concepto de escalamiento de la industria vincula estos cuatro elementos (Ernst, 2003d).

Esta definición enfatiza la importancia de los vínculos internacionales, no obstante que no se asume que el escalamiento de la industria termina en la frontera nacional, y que esto ocurra sólo si la especialización optimizada genera presiones para crear densos encadenamientos hacia delante y hacia atrás *dentro* de la economía regional o nacional. Es poco realista suponer que existe una "economía cerrada": primero, dado que la globalización y la tecnología de la información (TI) han incrementado drásticamente la movilidad internacional del comercio, inversión, e incluso del conocimiento (Ernst, 2003 a y b), se impulsa el alcance de las alianzas, anteriores y recientes, más allá de las fronteras (Ernst, 2002 a y c). Segundo, la mayoría de los países se ven obligados a trabajar con una limitada base de conocimiento nacional y con encadenamientos limitados; dichas restricciones tienen un rol particularmente importante en el desarrollo de la economía asiática (Lall, 1997; Ernst, Ganiatsos y Mytelka, 1998).

Con unas cuantas excepciones, las estructuras económicas altamente heterogéneas provocan economías de aglomeración; las instituciones económicas débiles e inestables obstruyen la eficiencia en el aprendizaje; y una alta vulnerabilidad al capital global y a los mercados financieros limitan al capital paciente, necesario para el desarrollo de una amplia base de conocimiento a nivel nacional. Como resultado de este "círculo vicioso", la participación e incorporación muy limitadas de recursos y conocimiento ocurre *dentro* del país, y con frecuencia sucede lo mismo dentro del grupo que está orientado a las exportaciones. Para compensar su estrecha base de conocimiento nacional y las alianzas limitadas, los asiáticos desarrollan economías cuyo fin es depender de contrataciones de conocimiento externas para catalizar la formación de la capacidad nacional. Es así como los encadenamientos internacio-

nales son necesarios para preparar el camino hacia el escalamiento de las industrias electrónicas de Asia del Este, de manera que la integración a las GPN es un planteamiento posible.

2 Redes globales de producción

2.1 Características

Los economistas del comercio han descubierto recientemente la importancia que tienen los cambios en la organización de la producción internacional, como factor determinante en los patrones comerciales (véase, Feenstra, 1998; Jones y Kierzskowski, 2000; Navaretti, Haaland y Venables, 2002). Así lo evidencian dos condiciones:

i) la producción se está "fragmentando" cada vez más y partes del proceso de producción se están diseminando en diversos países, de ahí que se incremente la distribución del comercio en partes y componentes; y

ii) los países y regiones capaces de integrarse a la GPN son los únicos que se han industrializado con mayor rapidez.

Este capítulo parte de tales consideraciones, pero utiliza un concepto más amplio de lo que son las redes mundiales de producción, el cual hace hincapié en cuatro características:[4] i) *alcance (scope)*: las GPN abarcan no sólo la producción, sino todas las etapas de la cadena de valor; ii) *asimetría*: las empresas de marca (*flag ships*) tienen el control sobre los recursos de la red y la toma de decisiones; iii) *difusión del conocimiento*: la aportación de conocimiento es el ingrediente necesario para hacer que crezcan las redes; y iv) *sistemas de información*: el uso creciente de los sistemas de información digital para administrar estas redes no sólo optimiza el intercambio de información, sino que también proporciona nuevas oportunidades para la aportación y creación conjunta de conocimiento.

La especialización vertical ha sido un poderoso propulsor de estas redes (Ernst, 2002b). Una GPN cubre transacciones intra e interempresariales, así como sus formas de coordinación: vincula a las subsidiarias de la empresa de marca, afiliadas e inversiones conjuntas con sus subcontratistas, proveedores, proveedores de servicio, así como con sus socios en alianzas estratégicas. Una empresa de marca en la red, como IBM o Intel, descompone la cadena de valor en varias funciones distintas y las ubica en donde se puedan llevar a cabo de manera más efectiva, donde mejoren el acceso de la empresa a los recursos y capacidades, y donde sea necesario para facilitar la penetración de mercados con un crecimiento importante. El propósito principal de estas redes es proporcionar a la empresa de marca acceso rápido y a bajo costo a los recursos, capacidades y conocimiento, que son un complemento de sus aptitudes principales. Debido a que la empresa de marca integra las bases de producción, de clientes y de conocimiento que se encuentran dispersas geográficamente en las GPN, ahorra en el costo de la transacción. Sin embargo, los beneficios reales resultan de la propagación, intercambio y contratación de pequeñas empresas dedicadas a proveer servicios profesionales y capacidades complementarias.

Compartir el conocimiento es el elemento primordial para hacer que estas redes crezcan. Las empresas de marca deben transferir conocimiento técnico y administrativo a los proveedores locales para mejorar sus correspondientes habilidades, de modo que puedan cumplir con las especificaciones técnicas que aquellas requieren. Originalmente la transferencia implicaba principalmente técnicas de operación y procedimientos de rutina para ventas y distribución, y para la fabricación y logística; de manera extraordinaria, la contribución de conocimiento también incorpora formas de "conocimiento organizacional", las cuales están reservadas al nivel superior y se requieren para control, coordinación, planeación y toma de decisiones, así como para aprendizaje e innovación.

2.2 Empresas de marca

Mientras que la propiedad del capital contable no es esencial, la gobernanza de la red (*network governance*) es característicamente asimétrica, pues existe una tendencia relativa a la desigualdad que puede obligar a formar un monopolio. Una GPN consta típicamente de varias capas jerárquicas, de las empresas de marca que dominan tales redes debido a su capacidad de integración al sistema (Pavitt, 2002), a una variedad de proveedores especializados de la red local, normalmente más pequeños. La empresa de marca está en el corazón de una red: mantiene el liderazgo estratégico y organizacional más allá de los recursos que se encuentran directamente bajo el control de su administración, desde una perspectiva contable (Rugman y D'Cruz, 2000).

[4] Para obtener más detalles ver Ernst, 1997, 2002a, 2003a, b y c.

De ahí que la estrategia de la empresa de marca afecte directamente el crecimiento, la dirección estratégica y la posición de los participantes con mano de obra y servicios baratos en la red, como proveedores especializados y subcontratistas. A su vez, no existe influencia recíproca sobre la estrategia de la empresa de marca, razón por la cual su fuerza deriva del control que tiene sobre los recursos y capacidades que facilitan la innovación, y de su capacidad para coordinar transacciones e intercambio de conocimiento entre los diferentes nodos de la red.

Dentro de la organización las empresas de marca conservan actividades en las cuales tienen una ventaja estratégica particular y contratan los servicios de pequeñas empresas con actividades en las que no tienen ventaja. Es importante enfatizar la diversidad de dichos patrones de contratación de empresas pequeñas: algunas empresas de marca se enfocan en el diseño, desarrollo y comercialización del producto y adquieren de empresas más pequeñas los servicios de fabricación masiva y de soporte relacionado, otras rentan una variedad de servicios de soporte de conocimiento intensivo con sus homólogos.

2.3 Proveedores asiáticos

Para comprender cuán sustentables son los beneficios de integrarse a las GPN es necesario abrir la caja negra de los "proveedores asiáticos" (Ernst, 2003e). En primera instancia, algunos de estos proveedores ya tienen bastante experiencia pues desde 1960 han surgido diversos grupos de proveedores asiáticos, primero en electrónicos de consumo, luego como ensambladores por contrato (Anam es el ejemplo más sobresaliente de Corea), y más recientemente en la fabricación de chips por contrato (*silicon foundries*); también han sido proveedores de computadoras de diseño original (ODM, por sus siglas en inglés) y equipo relacionado, instituciones de diseño de circuitos integrados IC, (*integrated circuits*), y proveedores de PDA (*personnal digital assistants*) y dispositivos inalámbricos. En segundo lugar, es obvio que los proveedores asiáticos difieren considerablemente en sus capacidades, posición en la red y control del mercado, y que existen diferencias importantes con respecto a su capacidad para la compra de componentes a proveedores externos, al diseño y desarrollo y a la ingeniería, a su capacidad para proporcionar servicios de soporte mundial y a su uso de los sistemas de información digital.

En resumen, especificamos dos tipos de proveedores asiáticos: los proveedores de "alto nivel" y los proveedores de "bajo nivel". Los proveedores "de más alto nivel", como el grupo Acer de Taiwán, desempeñan el papel de intermediarios entre las empresas de marca mundial y los proveedores locales. Estos tienen trato directo con las empresas de marca mundial (tanto "líderes de marca" (OEM) como "fabricantes por contrato" (CM) basados en la economía mundial de Estados Unidos); poseen bienes valiosos patentados (incluyendo tecnología), lo cual les permite contratar la fabricación de partes o productos finales basándose en su propio diseño; también proporcionan servicios de soporte de conocimiento a empresas extranjeras; y han desarrollado sus propias GPN a escala (véase Chen, 2002).

Los proveedores de "alto nivel" están bajo presión para desarrollar técnicas y capacidades complementarias para la introducción de nuevos productos (NPI, por sus siglas en inglés), así como para reingeniería de procesos y software incrustado, diseño SOC (*sytem-on-chip*), comercio IP, integración de sistemas y para involucrarse en la administración de los recursos de la red, suministro de cadenas y relaciones comerciales. Con excepción de la I&D básica y del mercadeo estratégico, ambos bajo el control de OEM, los proveedores asiáticos de "alto nivel" deben ser capaces de llevar a cabo todos los pasos de la cadena de valor. De igual modo, deben encargarse de la coordinación de las funciones necesarias para la administración de la cadena de suministro mundial.

Los proveedores asiáticos de "bajo nivel" son, a su vez, el vínculo más débil de las GNP. Sus principales ventajas competitivas son el bajo costo, la rapidez y la flexibilidad en la entrega. Utilizan partes exclusivas suministradas por una empresa extranjera o contratan partes fabricadas o productos finales con las especificaciones de una empresa extranjera. Estos proveedores son empleados con frecuencia como "desequilibradores de precios" y como "almacenadores temporales de capacidad", de manera que pueden dejarse de lado en el corto plazo. Este segundo grupo de proveedores locales raramente tiene trato directo con las empresas de marca mundial, ya que interactúan principalmente con proveedores locales de "alto nivel". Es común que los proveedores de "más bajo nivel" no tengan activos patentados, que sus recursos financieros sean inadecuados para invertir en capacitación e I&D, y que sean altamente vulnerables a las crisis financieras y a los cambios repentinos en el mercado y en la tecnología.

2.4 Red de redes: contratación de servicios de fabricación[5]

Para que este modelo sea lo más cercano a la realidad, analizaremos dos tipos de empresas de marca mundial: i) "fabricantes de equipo original" (OEM) cuyo control del mercado se deriva de la venta de marcas mundiales, sin considerar si el diseño y la producción se hicieron de manera interna o se subcontrató; y ii) "fabricantes por contrato" (CM) mundiales establecidos en Estados Unidos, quienes han desarrollado rápidamente sus propias GPN en los últimos años al proporcionar un sistema de fabricación integrada y servicios de suministro mundial en cadena para las OEM.

Este último factor propició un crecimiento extremadamente rápido de la industria CM: de 1996 al año 2000, los gastos de capital crecieron once veces y los ingresos aumentaron casi 400%; tan rápido crecimiento de la industria estuvo controlado principalmente por fusiones y adquisiciones (M&A, *mergings and acquisitions*). La subcontratación de servicios de fabricación ha creado una creciente y compleja "red de redes" multinivel que se yuxtapone internacionalmente y está integrada por los dos grandes líderes (OEM y CM), así como por los fuertes vínculos regionales con empresas asiáticas, principalmente las más pequeñas.[6]

Sturgeon y Lester (2003) enfatizan que el crecimiento de los fabricantes por contrato con alcance mundial, establecidos en Estados Unidos, puede ser una amenaza para los proveedores asiáticos en cuatro áreas: la compra de componentes a empresas proveedoras; el diseño, desarrollo e ingeniería (D&D&E, por sus siglas en inglés); el "alcance mundial", que es la provisión de los servicios de soporte en diferentes lugares de las principales regiones; y finalmente, "la coordinación de la red", que proporciona una eficiencia optimizada gracias al empleo de sofisticados sistemas de información digital.

El análisis conduce a una perspectiva más o menos optimista. Es importante enfatizar que la participación de los fabricantes contratistas establecidos en Estados Unidos en la producción mundial de hardware para electrónicos todavía es limitada. En el año 2001 se estimó que esta participación sería aproximadamente de 13.7% (arriba del 13.0% del año anterior). Para el 2002

[5] Basado en Ernst, 2003e.

[6] El enfoque en la compleja "red de redes" multinivel distingue este análisis del modelo de red de producción modular de Sturgeon (2002).

se proyectó un incremento a 16.3%.[7] Es evidente que el modelo de fabricación por contrato de Estados Unidos es sólo un propuesta posible y que las empresas electrónicas asiáticas continuarán desempeñando un papel importante en esta forma de fabricación por contrato debido a su experiencia acumulada, que se remonta a épocas previas a que se diera el nombre de CM (Ernst, 1997).

Este proceso de aprendizaje nos hace volver a principios de los ochenta: un ejemplo bien documentado es el contrato de Samsung con GE para ser su fabricante contratista de hornos de microondas (Magaziner y Patinkin, 1989); la difusión de los OEM de la industria electrónica de consumo en Corea a la industria de computadoras de Taiwán, y su transformación gradual en ODM (véase Ernst y O'Connor, 1992: capítulo 4; Hobday, 1995; Ernst, 2000); y el liderazgo de las contratistas asiáticas, principalmente taiwanesas, en el mercado de la fabricación de chips por contrato (Chen, 2002). Dado este antecedente de fabricación por contrato en Asia, existen suficientes oportunidades para preparar una variedad de nuevos proveedores asiáticos especializados, *con la condición* de que los cambios necesarios se adapten a las políticas y a las instituciones de soporte. Examinemos estos esfuerzos en Malasia.

3 Consecuencias de las perspectivas de escalamiento en la industria electrónica de Malasia

La integración progresiva a las GPN ha sido fundamental en el éxito de la industria electrónica en Malasia. Esta integración inició a principios de los setenta con el ensamble de piezas, que serían exportadas principalmente hacia las empresas fabricantes de semiconductores de Estados Unidos. La siguiente etapa, a principios de los ochenta, se centró en los mercados electrónicos japoneses, que cambiaron su plataforma de producción para la exportación de electrónicos de consumo a Malasia y a otras regiones del sudeste asiático. A finales de esta década, Malasia se integró a las redes de producción de los productores norteamericanos de equipo relacionado con computadoras, así como a la red establecida por sus subcontratistas taiwaneses. En las etapas más recientes se enfatizó en la producción de equipos de comunicación y redes, y en la adquisición que hicieron los CM de las filiales existentes de OEM.

[7] Información proporcionada por Eric Miscoll, CEO, Technology Forecasters, Inc. Correo electrónico del 15 de abril de 2002.

Los resultados han sido impresionantes en términos de producción, exportaciones, empleo e inversión. Durante la última década del siglo XX, la industria electrónica de Malasia registró un tasa de crecimiento promedio anual (TCPA) de 23.5%. Durante el mismo periodo, las exportaciones crecieron con un promedio anual de 25.2%, mientras que el empleo creció con casi 11% en 1995; las cifras fueron proporcionadas por el Ministerio Internacional de Comercio y Fomento Industrial, en Kuala Lumpur.

3.1 Debilidades estructurales

A pesar de los logros descritos, es necesario hacer un cambio en la estrategia. Siete debilidades de la industria electrónica de Malasia obligan a pensar en sus perspectivas de escalamiento (Ernst, 2003e).

Primera. La integración de Malasia en las GPN da origen al desarrollo de una estructura *asimétrica* en la industria, en la cual se distinguen diversos niveles de empresas electrónicas con un control diferente de los recursos y de la toma de decisiones. Aunque las empresas malayas dominan en unidades, la industria electrónica de Malasia continúa formándose a través de decisiones estratégicas de las empresas de marca mundial, tanto las OEM como los principales CM norteamericanos. En esta estructura es posible distinguir cuatro tipos de empresas de acuerdo con su jerarquía: en la cúspide de la pirámide industrial se encuentran las empresas fabricantes de equipo original (OEM) y los fabricantes por contrato (CM) de nivel mundial; les siguen los proveedores y los fabricantes contratistas de Taiwán, Japón, Singapur y Corea; enseguida se ubica a los proveedores locales de nivel más alto, y en la parte inferior de la pirámide se encuentran los proveedores locales de nivel más bajo.

Segunda. Existe una gran confianza en las capacidades tecnológicas desarrolladas por las filiales de las OEM mundiales y en su eventual difusión a las empresas locales. Este patrón tradicional de integración a la red produce aparentemente beneficios decrecientes; una buena aproximación al fenómeno es la preocupante disminución en el crecimiento de la productividad desde 1995. En Penang, por ejemplo, la productividad total de los factores (TFP, por sus siglas en inglés) en la manufactura registró −0.5% entre 1995 y 1997, lo cual es preocupante comparado con el incremento de 8.9% entre 1990 y 1995 (Gobierno del Estado de Penang, 2001). En la industria electrónica el crecimiento de la TFP cayó a −2% (de 14.1% durante el periodo anterior), lo cual es escasamente suficiente para una industria que se supone el motor del escalamiento.[8]

Tercera. En contraste con países como Taiwán, Corea del Sur y Singapur, Malasia ha fracasado en el desarrollo de una amplia base multinivel de soporte para la industria. La mayoría de los proveedores locales poseen pocas ventajas de patentes y califican claramente como proveedores de "bajo nivel".[9] El resultado es la falta de alianzas nacionales eficientes y una pirámide invertida de producción: un sector de producto terminado con un enorme y rápido crecimiento que se apoya en una base de industrias de soporte nacionales débil y mucho más pequeña.

Cuarta. Una consecuencia adicional de la estructura industrial trunca de Malasia es la dependencia de la importación cada vez más creciente, resultado del rápido crecimiento del sector de productos terminados, el cual necesita considerables importaciones de bienes intermedios y de equipo de producción. A finales de los ochenta, la industria electrónica en Malasia tuvo que importar casi 43% de los bienes intermedios que se requirieron para la fabricación de una unidad de producto terminado, mucho más que el porcentaje de Corea (37%) y de Japón (8.2%) (Takeuchi, 1997: 7). Durante los años noventa, la dependencia de Malasia de las importaciones fue alta, tanto respecto de importaciones totales de mercancía, cuanto de componentes electrónicos, especialmente de semiconductores.[10]

---

[8] En cuanto al crecimiento de la TFP para toda Malasia, la mayoría de las estimaciones lo sitúan en 1 a 2% anual aproximadamente (hasta el año 2000). Este porcentaje queda por debajo del crecimiento mínimo de la TFP proyectado por el gobierno, que fue de 3.2% (para el periodo 2001-2010), necesario si Malasia quiere lograr la tasa de crecimiento proyectada de 7.5%. Comparado con los patrones históricos de crecimiento de la productividad en los países industrializados, tal disminución masiva en el crecimiento de la TFP es ciertamente prematura a la luz del progreso, aun limitado, en la especialización del producto y la producción en Malasia.

[9] Existen, por supuesto, muy pocos casos exitosos citados, casi todos ellos localizados en Penang, como por ejemplo BCM, Globetronics, Unico, LKT, y Eng Teknologi, que se han posicionado exitosamente como proveedores locales de alto nivel para colocarse como una de los fabricantes de equipo original (OEM) (Rasiah, 1995; Best, 2001).

[10] Esto indica una desigualdad fundamental entre las exportaciones y las importaciones de electrónicos en el país, con consecuencias negativas en términos comerciales: mientras que las importaciones afectan los componentes con alto valor agregado, especialmente los microprocesadores y otros IC, las abrumadoras exportaciones de componentes en Malasia constan de ensambles terminados de bajo valor agregado.

Quinta. La especialización en las operaciones de ensamble de bajo nivel para una variedad de productos aumenta la vulnerabilidad del país, ya que dichas operaciones se pueden duplicar fácilmente en países que ofrecen un costo más bajo en la mano de obra.

Sexta. Es de interés particular la disminución de la capacidad para generar empleos. Seguido de las bajas más recientes en el PIB, una parte considerable de trabajadores despedidos fueron recontratados, pero esto ya no parece ser el caso.[11] Esto muestra que es poco probable que la fabricación de electrónicos dirigidos a la exportación actúe otra vez como impulso del crecimiento de empleos.

Finalmente, una debilidad cada vez más importante en la industria electrónica de Malasia es la seria desigualdad que existe entre la oferta y la demanda de habilidades. A pesar de la recesión, las vacantes laborales se han mantenido en aumento, incrementándose las de categoría "administrativa y profesional" dentro de la industria electrónica. Este cuello de botella en los recursos humanos también tiene una importante dimensión cualitativa. Entre las empresas electrónicas existe la percepción general de que los graduados de universidades locales tienen conocimiento académico, pero no experiencia para tratar problemas del mundo real en el campo de trabajo y de que les faltan habilidades básicas de comunicación, negociación y presentación. Esto da como resultado el surgimiento de un mercado laboral dividido, donde los ganadores seleccionan los premios, pues la competencia aumenta para aquellos ingenieros y administradores que se hayan graduado de universidades extranjeras o para quienes hayan trabajado para empresas extranjeras.

3.2 El Segundo Plan Industrial Maestro: clusters e integración a la red mundial

Un intento importante para sobrellevar las debilidades mencionadas anteriormente es el Segundo Plan Industrial Maestro (IMP2, por sus siglas en inglés) (Ministry of International Trade and Industry, 1996). Este documento

[11] En Penang casi dos tercios de los trabajadores despedidos de la industria electrónica, aproximadamente 16,000, la mayoría mujeres que trabajaban en producción y que no tenían suficiente experiencia en el ramo, han dejado el mercado laboral, indicando un regreso masivo de mujeres malayas (de entre 25 y 29 años) a sus pueblos.

señala un cambio fundamental en la estrategia de industrialización de Malasia que la conduciría de la "industrialización hacia afuera", basada en el ensamble, a la fabricación basada en la cadena de valor; del desarrollo basado en el sector, al desarrollo basado en el agrupamiento/cluster; y de los objetivos de desempeño, al crecimiento determinado por la productividad. La estrategia se define mediante dos conceptos clave: "fabricación ++" y "desarrollo basado en el agrupamiento". De acuerdo con Porter (1990), la "fabricación ++" destaca las actividades en ambos extremos de la cadena de valor, es decir, por un lado "I&D e ingeniería y logística al interior", y por otro lado "logística al exterior y ventas y mercadeo". Se dice que un cambio hacia los servicios intensivos en conocimiento, tales como desarrollo del producto, ingeniería de proceso, administración de la cadena de suministro y algunas áreas seleccionadas de I&D, mejorarán el valor agregado y la productividad local. El "desarrollo basado en agrupamientos" implica que, con base en las fortalezas existentes especialmente en componentes y semiconductores, el desarrollo de una densa red de alianzas nacionales mejorará el valor agregado y profundizará las capacidades nacionales. El Segundo Plan Industrial Maestro (IMP2) destaca cuatro objetivos específicos:

i) promover el crecimiento de las principales empresas locales (marcas malayas);

ii) reducir la dependencia a las importaciones de insumos;

iii) fortalecer la economía de aglomeración mediante el desarrollo de Centros Integrados de Fabricación (IMC, por sus siglas en inglés) para las empresas de marca en la red mundial;

iv) desarrollar agrupamientos globales.

Los dos primeros objetivos son problemáticos, mientras que los dos últimos indican un cambio en la dirección correcta.[12]

[12] El primer objetivo representa un concepto anticuado de la organización industrial que asume un patrón secuencial fijo, desde la subcontratación del tipo de ensamblaje con bajo terminado, hasta la fabricación de marca original (OBM, por sus siglas en inglés) (véase Hobday, 1995). Ahora sabemos que la transición a OBM es extremadamente difícil, incluso el grupo Acer de Taiwán sólo ha tenido un éxito limitado (Ernst, 2000). Los limitados logros del "Grupo de la Ciudad de Protón" en la industria automotriz también indican que es posible que este objetivo no sea realista. En cuanto al segundo objetivo, mucho depende de si el país tiene éxito en encontrar el balance perfecto entre obtener los beneficios de las importaciones de insumos extranjeras (como se describe en Rodrik, 1999) y el desarrollo de encadenamientos hacia delante y hacia atrás.

Los desarrollos recientes en el cluster de Penang señalan un intento por combinar los objetivos tercero y cuarto del IMP2. En lugar de ceder sólo a las solicitudes de mejorar los incentivos por parte de las empresas extranjeras, el gobierno del estado buscó un método más selectivo: los incentivos estuvieron relacionados explícitamente con la promoción de IMC. El objetivo fue inducir a las empresas de marca mundial a trasladar una "cadena completa de operaciones de un producto en particular" a Penang. Se esperaba que esto permitiera al cluster de Penang actualizar no sólo el ensamble y prueba, sino también los servicios de soporte de conocimiento como ventas y mercadeo, ingeniería de proceso de adaptación y herramientas, planeación financiera y, eventualmente, las partes de I&D como diseño y desarrollo.

3.3 Encadenamientos con empresas dedicadas a la fabricación de equipo original (OEM): perspectivas de escalamiento frágiles

El resultado de las políticas de escalar las cadenas de valor con los OEM depende, sin embargo, del desarrollo específico de los sectores que van más allá del control de un país de tamaño medio como Malasia. Por ejemplo, las decisiones de Komag y Quantum de trasladar por completo sus operaciones de fabricación de Estados Unidos a Penang reflejan principalmente la constante presión dentro de las industrias de discos duros para cambiar la fabricación masiva y los servicios de soporte a lugares que se encuentren cerca de Singapur, el centro del agrupamiento mundial que domina estas actividades (Ernst, 1997).

Una limitación importante que impide fortalecer la confianza es que gran parte de la inversión extranjera directa (IED) permanece completamente "libre" y está propensa a tomar decisiones repentinas de reubicación a lugares con un costo inferior. Igualmente relevante es que las empresas de marca mundial que son obligadas a reducir su tamaño para conservar el valor de sus acciones en una recesión, tiendan primero a hacer un recorte de personal en los lugares que sirven como plataformas para la exportación, lo cual refleja su laxitud en el mercado laboral. Estos desarrollos difícilmente promueven la confianza entre las empresas de Malasia y las extranjeras. Examínense dos ejemplos destacados. Uno, la decisión de Quantum en 2001, de trasladar a Penang su línea completa de fabricación de dispositivos digitales de almacenamiento lineal en cinta, decisión que duró muy poco. Un año

más tarde, en el verano de 2002, Jabil, el fabricante contratista mundial, estaba adquiriendo las actividades de fabricación de lectores de cinta de Quantum, así como dos de los productos de bajo valor de la división de productos de automatización de cinta.[13] Dos, la reciente decisión de Dell de reubicar su producción de computadoras de escritorio al mercado japonés, de Penang a Xiamen, China, designando a Xiamen como única base de proveeduría para la línea completa de productos chinos de Dell, mientras que las dos plantas de Dell en Penang mantienen el centro de embarques para el resto de su mercado en Asia-Pacífico (con excepción de las computadoras de escritorio).

Esto constituye un golpe importante para Malasia. Mientras que las pérdidas inmediatas de trabajo son sólo 60 (de un total de 2,000), este movimiento en China indica que la mayoría de esos cambios pueden estar en la mira. Dell ofrece tres razones por las cuales tomó la decisión de cambiar sus actividades a China: ingenieros chinos capacitados y a bajo costo, terrenos baratos y un número muy limitado de vuelos entre Malasia y Japón. Esto indica además la incapacidad de predicción y la inconsistencia en las perspectivas de escalamiento promovidas por las redes mundiales de producción (GPN) en Malasia.

Aun así, las alianzas con las OEM también proporcionan nuevas e importantes oportunidades de escalamiento. Por ejemplo, los intentos para promover la adopción de estándares "RosettaNet e-business"[14] para mejorar la integración de los proveedores malayos a la red. La idea es involucrar a las principales empresas de marca mundial de la red, las cuales ya se encuentran en RosettaNet, como Cisco, Dell, Quantum, Siemens, Solectron, Intel, AMD, Hitachi, Agilent y Motorola. Estas empresas de marca podrían presionar y convencer a sus proveedores locales de que actualicen su infraestructura de TI, de modo que estos proveedores locales sean candidatos para adquirir algunas de las concesiones anteriores. Esto es, sin embargo, una pregunta abierta sobre si los proveedores más pequeños de bajo nivel podrán superar

[13] Información obtenida por el autor en entrevistas realizadas en Malasia en julio de 2002.

[14] RosettaNet es un consorcio global de más de 400 empresas OEM y CM líderes en el mundo en componentes electrónicos, semiconductores, computadoras y equipo de telecomunicaciones, trabajando para crear, implementar y promover las normas de proceso en un e-business abierto. Malasia es el quinto país en Asia que se une a RosettaNet, después de Japón, Corea, Singapur, y Taiwán.

las principales exigencias que los limitan, a fin de adoptar las normas de RosettaNet.[15]

3.4 Desarrollo de múltiples encadenamientos con fabricantes por contrato

¿Hasta qué grado los encadenamientos con los CM pueden ampliar las perspectivas de escalamiento en Malasia? Tres hechos son importantes: la llegada de las principales CM de Estados Unidos; la transformación de los proveedores de componentes de Japón y Taiwán en fabricantes por contrato; y los esfuerzos de escalamiento de los proveedores malayos con mayor nivel.

a) Llegada de las principales CM de Estados Unidos

Los principales CM de Estados Unidos están presentes ahora en el grupo de Alta Tecnología de Penang-Kulim, o en el grupo del sudeste de Johor-Singapur.[16] Hasta ahora, esto sólo ha creado oportunidades limitadas de escalamiento, insuficiente para un impulso mayor en actividades de conocimiento más intensivas (Ernst, 2003e). Los beneficios principales son una sofisticación creciente en las tecnologías de ensamble, especialmente en SMT (*surface mount technology*) multinivel, utilizado para el ensamblaje de tarjetas de circuito impreso, PCBA

[15] La participación en la definición de las normas RosettaNet es probablemente el beneficio más inmediato. Seis ingenieros electrónicos malayos, prestados a RosettaNet por dos años, trabajarán por seis meses en las oficinas centrales de RosettaNet en California junto a ingenieros estadounidenses, con el fin de definir las especificaciones basadas en XML para la industria electrónica mundial. Las empresas que proporcionan a estos ingenieros malayos incluyen a las empresas de marca mundial (Intel y Microsoft), los principales proveedores locales (BCM Electronics, Globetronics Multimedia Technology) y dos empleados de MIMOS (Malaysian Institute of Microelectronics Systems), un desarrollador de red y un desarrollador clave para la infraestructura pública, respectivamente. Es obvio que estos seis ingenieros malayos desempeñarán un papel importante como multiplicadores y catalizadores de escalamiento una vez que regresen de su misión en Estados Unidos. También actuarán como vigilantes de aquellos encadenamientos de conocimiento más intensivo con las empresas de marca mundial.

[16] Solectron está presente en Penang, Johor y Singapur; Flextronics en Singapur y Johor; Sanmina/SCI en Penang y Singapur; Celestica en Kedah's Kulin Hi-tech Park; y Jabil Circuit en Penang. Existen también algunas inversiones importantes en otras partes de la región, como Kuching/Sarawak de Malasia (Sanmina/SCI), Tailandia (Flextronics, Sanmina/SCI y Celestica) e Indonesia (Celestica).

(*printed circuit board assembly*), y la disposición de los servicios de soporte relacionados con la fabricación, con excepción de la administración de activos y de la logística.[17] El propósito de estos servicios es proporcionar soluciones de fabricación que permitan un incremento rápido en la fabricación masiva.

Abrumadoramente, los participantes CM mundiales mantienen el diseño (y especialmente el diseño de circuitos, circuitos ópticos y sistemas avanzados) concentrado en Estados Unidos y en Europa. Por supuesto, uno esperaría tal disparidad en el diseño y en el desarrollo del producto debido a la gran intensidad de su conocimiento; sin embargo, esto está empezando a cambiar, ya que los fabricantes contratistas taiwaneses están expandiendo rápidamente sus servicios ODM basados en el diseño.[18]

b) Proveedores de componentes de Japón y Taiwán

Un segundo desarrollo importante precede, de hecho, la llegada de los fabricantes estadounidenses que han llamado la atención pública. Tanto los proveedores de partes como los proveedores de componentes de Japón y Taiwán, cuya llegada a Malasia nos remonta a la segunda mitad de los ochenta, han actuado como catalizadores en el desarrollo de las industrias locales de soporte en Malasia (véase Takeuchi, 1993; Ernst, 1997). Generalmente los fabricantes japoneses de componentes se han concentrado principalmente en el sector de electrónicos para consumo, aunque algunos de ellos, también han incursionado en el sector de las computadoras.

Las empresas taiwanesas han desempeñado un papel importante en la industria de las computadoras de Malasia desde finales de los ochenta. De manera extraordinaria, sus filiales malayas han mejorado la fabricación simple en masa, de acuerdo con los diseños pertenecientes a las empresas de marca mundial y con los servicios de fabricación por contrato más sofistica-

[17] Típicamente esto también incluye servicios de diseño eléctrico y mecánico, servicios de prueba globales, servicios de composición de tarjetas de circuito impreso e ingeniería de proceso detallada ("investigación avanzada en la tecnología de fabricación" en lenguaje de la industria de CM).

[18] Ciertos tipos de diseño electrónico, incluyendo el diseño SOC (*system-on-chip*), han sido reasignados cada vez más a algunos de los grupos líderes de TI en la región Asia Pacífico, los cuales proporcionan una fuerza de trabajo especializada y capacitada, así como un fácil acceso a los servicios de ensamblaje y prueba. El diseño se trasladó primero a Taiwán y Corea, pero ahora se está trasladando también a China e India, así como a Singapur y Malasia (Ernst, 2003f).

dos de las principales empresas de marca en la red de cómputo. Los grandes fabricantes contratistas taiwaneses han promovido el uso de las capacidades de diseño original de fabricación (conocido como ODM) en Asia. Esto puede dar oportunidades de escalamiento para las empresas malayas que interactúan con filiales de los mencionados fabricantes contratistas.

c) Esfuerzos de escalamiento de los proveedores malayos de mayor nivel

Los principales proveedores locales de mayor nivel entienden que necesitan ascender en la escala jerárquica de contratos de fabricación, de la construcción de cajas con bajo acabado y contratos a consignación, a la provisión de ODM, y luego hasta el proveedor de soluciones totales.[19] Sin embargo, se enfrentan a problemas mayores al mantener y ampliar sus esfuerzos de escalamiento. Todos se enfrentan al demandante reto de buscar simultáneamente las siguientes cinco estrategias de escalamiento, cada una de las cuales requiere una inversión mayor:

i) establecerse como un nicho CM a bajo costo, con una posición alcanzable;

ii) desarrollar una presencia global en la IED;

iii) desarrollar la diversificación y la segmentación del mercado;

iv) desarrollar los servicios de soporte por conocimiento intensivo;

v) invertir en el diseño y en la I&D.

La implementación de estas opciones de escalamiento requiere del desarrollo de un conjunto de capacidades amplio y variado.[20] Véase por ejemplo los servicios de fabricación. El movimiento de PCBA y la elaboración del ensamble a pruebas requiere el desarrollo no sólo de las capacidades de prueba (las cuales son escasas), sino también de la ingeniería de sistemas y capacidades de mantenimiento. Además, el desarrollo de las capacidades de diseño e ingeniería requiere de suficientes fondos para I&D. Otro caso es el de servicios posembarque. Una actividad aparentemente mundana como lo es la reparación requiere de técnicos capacitados en el análisis de las fallas, mientras que la administración de programas de término de vida requiere de administradores de la cadena de suministro que sean capaces. En cuanto al escalamiento de la adquisición y de la logística al exterior, es necesario tener suficientes fondos para actualizar gradualmente los sistemas de información.

El escalamiento exitoso de los proveedores malayos de alto nivel requiere cambios fundamentales en la organización de la industria, es decir, una transición hacia redes de suministro local flexibles que puedan complementar las capacidades de los proveedores individuales malayos. Segundo, la calidad de los recursos humanos necesita mejorarse a través de un proceso constante de reespecialización y reaprendizaje. Y, tercero, se requiere una contratación de conocimiento internacional para llenar los vacíos que existen entre las técnicas de especialización y las capacidades innovadoras, y facilitar con ello los cambios en la organización y los procedimientos que son necesarios para desarrollar estas capacidades de manera local.

4 Nuevas oportunidades: proveeduría internacional de conocimiento

4.1 Concepto de Súper Corredor Multimedia

Un intento ampliamente conocido para dirigir este tema es la iniciativa del gobierno para establecer un Súper Corredor Multimedia (MSC, por sus siglas en inglés) de 40,000,000,000 de dólares, el cual se suponía llevaría al país a convertirse en una nación completamente desarrollada para el año 2020 (Multimedia Development Corporation, 2002). En 1996, el gobierno adquirió los servicios de McKinsey, una empresa mundial de consultoría, que realizó el prototipo de una franja de 15 por 50 kilómetros, planeada como la respuesta de Malasia al Valle del Silicio. Un conjunto de incentivos sin precedente, englobados en pólizas de seguro, se ofreció a empresas que estaban involucradas en la creación, distribución, integración o aplicación de productos y servicios multimedia dentro del MSC.[21]

[19] Información obtenida por el autor en entrevistas en Malasia en julio de 2002.

[20] Por ejemplo LCI, una de las empresas locales más exitosas, intenta basarse en fortalezas existentes con respecto a la fabricación por contrato y provisión de servicios ODM, para convertirse en el "proveedor de soluciones totales" con el menor costo y para elegir cuidadosamente los nichos de mercado. Para llevar esto a cabo con gastos generales bajos es necesario tener capacidades avanzadas en seis funciones altamente independientes: fabricación, calidad, materiales, adquisición, ingeniería y recursos humanos.

[21] De acuerdo con la Multimedia Development Corporation (2002), estos incentivos incluyen los compromisos "para proporcionar una infraestructura física y de información de

Hasta ahora se han gastado 3,700,000,000 de dólares, pero los resultados son decepcionantes. Un reporte confidencial que se filtró de la propia empresa que diseñó el proyecto (McKinsey) concluyó en febrero de 2001 que el MSC "no había atraído mucho el interés de los inversionistas globales, ni había tenido un impacto sobre la economía nacional" (Prystay, 2001). Cada vez se reconoce más que los desmesurados estímulos en los impuestos, así como las inversiones masivas en infraestructura, no son suficientes para efectuar un cambio en el desarrollo de los grupos dinámicos. Documentos estratégicos recientes enfatizan que la clave del éxito son los incesantes esfuerzos, a una escala masiva, por actualizar continuamente las habilidades y capacidades existentes y ampliarlas a nuevas áreas como fotónica, diseño de software incrustado y diseño de piezas (NITC, 2002).

En entrevistas con las instancias gubernamentales y con las principales empresas (junio-julio de 2002), se identificaron las siguientes áreas de prioridad para reducir la desigualdad de habilidades que existe entre el personal de la industria electrónica de Malasia:

1. Reespecialización y reentrenamiento masivo de los empleados de producción.
2. Incremento en el número de graduados, especialmente en ingeniería electrónica y eléctrica, tecnología de información y diseño de circuitos, quienes son capaces de combinar los conocimientos de hardware, software y de aplicación.

clase mundial; permitir el empleo, sin restricción, de trabajadores con conocimientos adquiridos en el extranjero o a nivel local; asegurar la libertad de propiedad exceptuando empresas con condición de MSC de acuerdo a los requerimientos de propiedad local; dar la libertad para obtener capital de manera global para la infraestructura del MSC, y el derecho de prestar fondos de manera global; proporcionar incentivos financieros competitivos, incluyendo la Condición de Pionero (100% de exención de impuestos) hasta por diez años, o una rebaja en el impuesto de inversión de hasta cinco años, y sin derechos arancelarios sobre la importación de equipo multimedia; convertirse en un líder regional dentro de las leyes de Protección a la Propiedad Intelectual (Intellectual Property Protection) y las leyes sobre cibernética (Cyberlaws); asegurar que no exista censura en Internet; proporcionar tarifas de telecomunicaciones mundialmente competitivas; ofrecer contratos con infraestructura clave para llevar empresas dispuestas a utilizar el MSC como su eje regional; y proporcionar una agencia de implementación altamente motivada para actuar como un supermercado efectivo".

3. Encontrar administradores experimentados, especialmente en investigación estratégica de mercados, administración de mejora de la calidad en general y administración de alianzas internacionales.
4. Encontrar empresarios que combinen sus instintos financieros y experiencia comercial adquirida, con la capacidad analítica para tomar decisiones estratégicas.
5. Encontrar administradores experimentados y que comprendan la industria, que estén dispuestos a sobresalir y a hacer mucho más que seguir las reglas (por supuesto que esto requiere de un incentivo).
6. Crear incentivos para profesores y académicos de universidades que fomenten la interacción cercana con el sector privado (trabajando de tiempo completo en empresas y con año sabático).
7. Facilitar las intensas interacciones con nacionales expatriados que se han establecido en Estados Unidos, Australia y Europa, o en cualquier región de Asia.
8. Crear a corto plazo la capacidad para traer expertos especializados del extranjero que puedan ayudar a llenar los vacíos que existen en la adquisición de conocimiento, y que se pueda catalizar los cambios necesarios en la organización y en los procedimientos.

4.2 Diversificación de encadenamientos internacionales

Es recomendable que Malasia también explote nuevas oportunidades para diversificar los encadenamientos internacionales, los cuales pueden complementar su integración a las GPN.

Primero, el país requiere consolidar relaciones con universidades extranjeras que ayuden a actualizar las capacidades de investigación, desarrollo y diseño en las universidades de Malasia y en laboratorios públicos. Hasta aquí, el enfoque ha sido sobre una serie de instituciones mundiales de élite que traen sus cursos de normalización, tecnología de información de rutina y de negocios a costos muy elevados. En su lugar, es conveniente que la colaboración se enfoque a áreas con nichos específicos, adaptándose a las necesidades de Malasia (por ejemplo, diseño de piezas, software incrustado y fotónica). Es recomendable llevar a cabo investigaciones más allá de las categorías exclusivas de las universidades reconocidas en Estados Unidos por su excelencia académica: existe una amplia selección de universidades bien conocidas, menos conocidas, y muy poco conocidas, así como de institutos de investigación que están más que dispuestos a desarrollar cursos

innovadores que se adapten a las necesidades y capacidades específicas de los grupos de electrónica de Malasia.

Segundo, es conveniente que Malasia también reconsidere sus vínculos con las empresas consultoras. Para la tecnología de información, el mercado está abrumadoramente dominado por una serie de corporaciones gigantes como IBM y empresas de consultoría como Accenture que se derivan de despachos contables. Estos despachos se desarrollan en economías de escala de conocimiento compartido (llamadas "economías de red", de acuerdo con la información de los economistas). Sin embargo, como empresas de marca de las redes de servicio de información mundial, estas empresas sólo proporcionan un producto estándar a donde quiera que vayan, y la adaptación es posible sólo dentro de ciertos límites del paquete estándar de soluciones. Esta propuesta de adaptación es extremadamente costosa: a los clientes se les cobra el tiempo requerido para adaptar el paquete estándar TI y para la implementación efectiva, y estos costos se inflan por demoras masivas. El resultado es que con frecuencia los nuevos sistemas llegan tarde, a un costo mayor al presupuestado, y son incapaces de resolver los problemas para los que estaban previstos. Esto ha creado una demanda de participantes asiáticos de nichos especializados más pequeños, quienes no inician a partir de paquetes de soluciones estándar y ofrecen proyectos a precios que el cliente fija.

Tercero, Malasia también necesita explotar la importante y creciente vía de difusión del conocimiento internacional: "comunidades técnicas transnacionales" (Saxenian, 2002) de inmigrantes técnicamente especializados con experiencia en negocios y con conexiones en Estados Unidos, Europa y Japón, quienes desempeñan un papel importante y complementario en las empresas de marca en la red, dentro de las redes mundiales de producción. Vinculando sus países con los centros de información y tecnología de comunicación mundiales (Silicon Valley), así como otros centros de excelencia en lugares no menos conocidos (como Helsinki, Kista/Estocolmo, Grenoble, Munich, Tsukuba, Tel Aviv, etc.), estas redes sociales informales transforman lo que suele ser una "fuga de cerebros" de una sola dirección, en un proceso de "circulación de cerebros" en ambas direcciones. Estas redes podrían canalizar un conocimiento invaluable a las empresas electrónicas de Malasia sobre los mercados mundiales y las tendencias tecnológicas, complementando sus alianzas con las empresas de marca mundial. También podrían proporcionar empresarios y capitalistas al azar que funcionen bien en ambos mundos.

En Malasia, el cluster de Penang obviamente se ha beneficiado de los alumnos que han estudiado ingeniería y administración en el extranjero, ya

sea en Singapur, Australia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos, de donde han regresado con experiencia comercial y contactos. Predominantemente, tales contactos han sido establecidos con empresas de marca mundial, como Intel y Motorola en semiconductores, o Matsushita y otras empresas japonesas de marca en electrónicos de consumo. De manera abrumadora, la tecnología, habilidades y conocimiento generado por estos ingenieros inmigrantes se ha enfocado en actividades relacionadas con la fabricación. Ahora es tiempo de que Malasia adapte esta "circulación de cerebros" para abarcar nuevas áreas como servicios de soporte por conocimiento intensivo, software, diseño de circuitos y empaque de piezas. En resumen, la contratación de conocimiento internacional es una gran promesa como un complemento necesario para la integración a las redes mundiales de producción.

5 Conclusiones

Con base en las definiciones operacionales del escalamiento industrial (IU, por sus iglas en inglés) y de las GPN, este capítulo ha explorado cómo las empresas asiáticas pueden beneficiarse de la interrelación dentro de estas redes y a través de otras formas de intercambio de conocimiento internacional. Junto con la estructura de las redes mundiales de producción, dominadas por las empresas de marca, esta es una tendencia hacia la creciente desigualdad que puede fomentar el antimonopolio y por lo tanto, desgastar los posibles beneficios de la globalización.

Enfocándose en la industria electrónica de Malasia, se distinguen tres interrogantes que se centran en el estudio del monopolio y del antimonopolio en las redes corporativas fronterizas:

1. ¿Bajo qué condiciones se pueden mantener los beneficios de integrarse a las GPN?
2. ¿Es posible ampliar estos beneficios para incluir mejoras en el aprendizaje, capacidades innovadoras y valor agregado?
3. ¿Qué adaptaciones requiere esto dentro de las estrategias y organización de las empresas, y con respecto a las políticas del gobierno?

Hemos documentado que los encadenamientos con empresas extranjeras a través de la integración a las GPN proporcionan nuevas oportunidades de escalamiento para la industria electrónica malaya, pero llevar a cabo esto también se ha vuelto muy difícil para países de tamaño medio como Malasia. La

mejor opción, indiscutiblemente, es avanzar paso por paso y basarse en las fortalezas de ensamble y fabricación masiva, añadiendo servicios de soporte de conocimiento intensivo. De vital importancia es la capacidad de absorción de los proveedores locales, es decir, sus recursos, capacidades y motivaciones. Para permanecer en las GPN, los proveedores locales deben actualizar constantemente su capacidad de absorción, invirtiendo en sus habilidades y base de conocimiento.

Se requiere incentivos adecuados para generar inversiones suficientes para el desarrollo de las habilidades y capacidades (como se ilustró, por ejemplo, con los países nórdicos en Europa, y con Taiwán y Singapur). El IU exitoso dentro de las GPN requiere políticas de soporte para empresas locales, a través del desarrollo de proveedores locales, del desarrollo de habilidades (cofinanciadas), el establecimiento de normas y la provisión de inversiones e innovaciones financieras a través de una variedad de contrataciones y mecanismos, incluyendo capital de riesgo e IPO (*initial public offering*).

De igual importancia son los intentos por intensificar las capacidades innovadoras del país a través de contrataciones selectivas de conocimiento internacional. Como instrumento de política inmediata, es conveniente importar del extranjero habilidades elementales faltantes, lo cual podría ayudar a catalizar las reformas necesarias en el sistema nacional de innovación.

Las nuevas oportunidades para aprovechar los flujos de capital humano y de conocimiento a través de redes de grupos informales de inmigrantes técnicamente especializados, con experiencia en negocios y conexiones en Estados Unidos, Europa y Japón, son de suma importancia para las perspectivas de escalamiento dentro de la industria electrónica en Malasia. Estas redes sociales internacionales pueden desarrollar un papel importante y complementario como portadoras de conocimiento y capital para las empresas malayas que ayuden a mantener y ampliar los beneficios de integración a las redes mundiales de producción.

Sin embargo, la subcontratación internacional de conocimiento requiere de una base mucho más firme de confianza mutua que la que parece existir en el actual hostil entorno internacional. El endurecimiento de la política de otorgamiento de visas para Estados Unidos, Europa y Japón, como parte de la "guerra contra el terrorismo", está empezando a limitar la movilidad para adquirir conocimiento mediante la restricción de movimientos de científicos, ingenieros, administradores y estudiantes de países como Malasia. El daño causado en la edificación de confianza en las alianzas extranjeras es acertadamente resumido por Bill Reinsch, un antiguo subsecretario de comercio en la

administración de Clinton: "Una de nuestras armas secretas siempre ha sido traer gente a América para que vean cómo es. Esto es lo único que enriquecerá a nuestra sociedad y será lo único que volverá a enriquecer a sus sociedades, porque llevarán consigo sus valores. Estamos desperdiciando todo. Las consecuencias de esto a largo plazo son aterradoras" (*Financial Times*, 29 de enero de 2003: 11).

Índice de referencias

Best, M. (2001) *The New Competitive Advantage*, Oxford, Oxford University Press

Borrus, M., D. Ernst y S. Haggard (eds.) (2000) *International Production Networks in Asia. Rivalry or Riches?*, Londres, Routledge

Chen, S. (2002) "Global Production Networks and Information Technology: The Case of Taiwan" en *Industry and Innovation*, v. 9 (núm. 2, número especial) "Global Production Networks", editores huéspedes: D. Ernst y L. Kim

Ernst, D. (1994) "What are the Limits to the Korean Model? The Korean Electronics Industry Under Pressure" en *A BRIE Research Monograph*, Berkeley, Mesa redonda sobre Economía Internacional, Universidad de California en Berkeley

Ernst, D. (1997) *From Partial to Systemic Globalization. International Production Networks in the Electronics Industry*, Reporte preparado para la Fundación Sloan y publicado como *The Data Storage Industry Globalization Project Report 97-02*, Universidad de California en San Diego, Graduate School of International Relations and Pacific Studies

Ernst, D. (2000) "Inter-Organizational Knowledge Outsourcing. What Permits Small Taiwanese Firms to Compete in the Computer Industry?" en *Asia Pacific Journal of Management*, número especial de "Administración del Conocimiento en Asia", v. 17, núm. 2: 223-225

Ernst, D. (2001) "Catching-Up and Post-Crisis Industrial Upgrading. Searching for New Sources of Growth in Korea´s Electronics Industry" en Deyo, F., R. Doner y E. Hershberg (eds.) *Economic Governance and the Challenge of Flexibility in East Asia*, Lanham, Rowman and Littlefield Publishers: 137-164

Ernst, D. (2002a) "Global Production Networks and the Changing Geography of Innovation Systems. Implication for Developing Countries", en *Journal of the Economics of Innovation and New Technologies*, v. XI, núm. 6: 497-523

Ernst, D. (2002b) "The Economics of Electronics Industry: Competitive Dynamics and Industrial Organization" en Lazonick, W. (ed.) *The International Encyclopedia of Business and Management (IEBM), Handbook of Economics*, Londres, International Thomson Business Press: 319-339

Ernst, D. (2003a) "Digital Information Systems and Global Flagship Netwoks: How Mobile is Knowledge in the Global Network Economy?" en Christensen J.F. y P. Maskell (eds.) *The Industrial Dynamics of the New Digital Economy*, Cheltenham, Edward Elgar

Ernst, D. (2003b) "How Mobile is Knowledge in Global Digital Flagship Networks?" en *International Journal of Networking and Virtual Organizations*, número especial de *Managing Knowledge I Virtual Organizations*

Ernst, D. (2003c) "The New Mobility of Knowledge: Digital Information Systems and Global Flagships Networks" en Latham, R. y S. Sassen (eds.) *Digital Formations in a Connected World*, publicado por U.S. Social Science Research Council, Londres, Routledge

Ernst, D. (2003d) "Global Production Networks and Industrial Upgrading–A Knowledge-Centered Approach" en Gereffi, G. (ed.) *Who Gets Ahead in the Global Economy? Industrial Upgrading, Theory and Practice*, Baltimore, Johns Hopkins University Press

Ernst, D. (2003e) "Global Production Networks in East Asia´s Electronics Industry and Upgrading Perspective in Malaysia" en Yusuf, S. (ed.) *Upgrading East Asia´s Industries*, Oxford, v. 2, Oxford University Press

Ernst, D. (2003f) "The Economics Of Global Electronics Design Networks" en *East-West Center Economic Working Paper Series*, núm. 56

Ernst, D. y D. O´Connor (1992) *Competing in the Electronic Industry. The Experience of Newly Industrializing Economies*, París, OCDE–Centro de Estudios del Desarrollo

Ernst, D., T. Ganiatsos y L. Mytelka (eds.) (1998) *Technological Capabilities and Export Success–Lessons from East Asia*. Londres, Routledge Press

Ernst, D. y L. Kim (2002) "Global Production Networks, Knowledge Difussion and Local Capability Formation" en *Research Policy*, especial en honor de Richard Nelson y Sydney Winter, v. 31, núms. 8 y 9

Feenstra, R. (1998) "Integration of Trade and Disintegration of Production in the Global Economy" en *The Journal of Economic Perspectives*, v. 12, núm. 4: 31-50

Financial Times (2003) edición del 29 de enero: 11

Gobierno del Estado de Penang (2001) *The Second Penang Strategic Development Plan, 2001-2010*, Penang, Malasia

Hirschman, A.O. (1958) *Strategy of Economic Development*, New Haven, Yale University Press

Hobday, M. (1995) *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*, Aldershot, Edward Elgar

Jones, R. y H. Kierzskowski (2000) "A Framework for Fragmentation" en Arndt S. y H. Kierzskowski (eds.), *Fragmentation and International Trade*, Oxford, Oxford University Press

Lall, S. (1997) "Technological Change and Industrialization in the Asian NIEs: Achievements and Challenges", ponencia presentada en el Simposio Internacional *Innovation and Competitiveness in Newly Industrializing Economies, Science & Technology Policy Institute*, Seúl, Corea, mayo 26 y 27

Magaziner, I. y M. Patinkin (1989) "Fast Heat: How Korea Won the Microwave War" en *Harvard Business Review*, enero-febrero: 267-308

MIDA (Malaysian Industrial Development Authority) (1999) *Malaysia´s Manufacturing Sector–into an Era of High Technology*, Kuala Lumpur, Malasia

Ministry of International Trade and Industry (1996) *Second Industrial Master Plan*, Kuala Lumpur, Malasia

Multimedia Development Corporation (2002) *Unlocking the Full Potential of the Information Age*, http://www.mdc.com.my/package/, consultado en 2003

NITC (National Information Technology Council) (2002) *Proceedings of NITC K-Strategy Policy Roundtable Dialogue*, Kuala Lumpur, 23 de noviembre

Navaretti, G.B., J.I. Haaland y A. Venables (2002) *Multinational Corporations and Global Production Networks: The Implications for Trade Policy*, Bruselas, Dirección General de Comercio–Comisión Europea, marzo

Pavitt, K. (2002) "Are Systems Designers & Integrators 'Post-Industrial' Firms?" en A. Preincipe, A. Davies y M. Hobday (eds.) *Systems Integration and Firm Capabilities*, Oxford, Oxford University Press

Porter, M. (1990) *The Competitive Advantage of Nations*, Londres, MacMillan

Prystay, C. (2001) "Malaysia Seeks to lift Super Corridor" en *Asian Wall Street Journal*, 24 de agosto

Rasiah, R. (1995) *Foreign Capital and Industrialization in Malaysia*, Londres, St. Martin´s Press

Rodrik, D. (1999) "The New Global Economy and developing Countries: Making Opennes Work" en *Overseas Development Council Policy Essay*, núm. 24, Baltimore, Johns Hopkins University Press

Rugman, A.M. y J.R. D´Cruz (2000) *Multinationals as Flagships Firms. Regional Business Networks*, Oxford, Oxford University Press

Saxenian, A. (2002) "The Silicon Valley Connection: Transnational Networks and Regional Development in Taiwan, China and India" en *Industry and Innovation*, v. 9, núm. 2: 183, número especial "Global Production Networks", editores huéspedes D. Ernst y L. Kim

Sturgeon T. (2002) "Modular Production Networks: A New American Model of Industrial Organization" en *Industrial and Corporate Change*, v. 11, núm. 3: 451-496

Sturgeon, T. y R.K. Lester (2003) "Upgrading East Asian Industries: New Challenges for Local Suppliers" en Yusuf, S. (ed.) *Upgrading Esat Asia´s Industries*, v. 2, Oxford, Oxford University Press

Takeuchi, J. (1993) "Foreign Direct Investment in ASEAN by Small —and Medium— Sized Japanese Companies and its Effects on Local Supporting Industries", *RIM Pacific Business and Industries*, v. IV, núm. 22, Tokio, Center for Pacific Business Studies-Sakura Institute of Research

Takeuchi, J. (1997) "The New Industrialization Strategy of Malaysia as Envisioned in the Second Industrial Master Plan" en *RIM Pacific Business and Industries*, v. III, núm. 37, Tokio, Center for Pacific Business Studies, Sakura Institute of Research

Too, T. y T.P. Leng (2002) "Unemployement Situation in Penang", *Economic Briefing to the Penang State Government*, v. 4, núm. 4, Penang, Malasia, Socioeconomic & Environmental Research Institute (SERI)

Tselitchtchev, I. (2004) *East Asian Economies: Westernization, Liberalization and New, Regionalism* en Kidd, J. y F. J. Richter (eds.) *Trust and Antitrust in Asian Business Alliances*, Basingstoke, Palgrave MacMillan

4

La experiencia de Malasia en la industria electrónica[1]

Michael H. Best

INTRODUCCIÓN

La industria electrónica de Malasia es paradójica. Representa la mitad del total de las exportaciones de Malasia y emplea un cuarto de la fuerza laboral de la manufactura. [2] La tasa de crecimiento anual de las exportaciones ma-

[1] Este ensayo es parte de un estudio mayor de la industria electrónica de Malasia llevado a cabo por la *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial* y la Unidad de Planeación Económica de la Oficina del Primer Ministro, de Malasia *(Economic Planning Unit of the Prime Minister's Department, Malaysia)*, y patrocinado por el *Programa de Desarrollo de Naciones Unidas* en Malasia. Algo del material de este capítulo ha sido previamente publicado en mi libro *La nueva ventaja competitiva* (Oxford, 2001). He trabajado muy de cerca con el Profesor Rajah Rasiah en cada etapa, quien me ha informado sobre el tema de este estudio. Él no es responsable de las opiniones particulares aquí desarrolladas. Muchas de las observaciones en Penang están basadas en entrevistas conducidas por el autor en marzo de 1997 y septiembre de 1998, algunas de ellas organizadas y acompañadas por Lim Pao Li y Anna Ong, de la Asesoría DCT, y por Lim Kah Hooi del Centro TEC. Sin el considerable respeto de que los tres gozan tanto en el sector privado cuanto en el público, hubiera sido virtualmente imposible arreglar las entrevistas con las personalidades de la electrónica en Penang, comenzando con el *Chief Minister*, Dr. Koh Tsu Koon. El documento fue traducido del inglés por Iván Darío Gutiérrez Bravo.

[2] El sector electrónico usualmente combina los productos electrónicos y eléctricos, pero los electrónicos constituyen más de 90% del total de la producción y el empleo (MITI, 1996: 52-54).

nufactureras de 1970 a 1995 fue mayor a 25% y la electrónica representó dos tercios de las exportaciones manufactureras. Durante el mismo periodo la participación de la agricultura en las exportaciones pasó de casi 75 a 13% y la participación de las manufacturas creció de 11 a 80%.

Ciertamente, la especialización en electrónica es muy superior a la de la mayoría de los países de la OCDE, lo que da a Malasia una base fuerte en los sectores más innovadores en la industria moderna. La paradoja es: ¿por qué el ingreso *per cápita* de Malasia es tan bajo, dada su estructura industrial? Incluso antes de la crisis asiática, este ingreso era apenas de 4,000 dólares, una sexta parte del de Singapur.

La ventaja competitiva de la electrónica de Malasia ha pasado de actividades manufactureras de salario bajo, mano de obra intensiva organizada por empresas transnacionales (ETN) de base extranjera, a actividades manufactureras crecientemente automatizadas de bajo costo, rápido ascenso, gran volumen, con capacidades especiales en ensamble, prueba *(testing)*, y empaque de semiconductores y discos duros (Best, 1997a). No obstante, la industria electrónica malaya ha alcanzado un punto crítico: está atrapada entre sus rivales con menor salario, que están imitando las actuales capacidades de producción de Malasia, y sus rivales con alto rendimiento y con mejores capacidades de producción e innovación. El crecimiento sostenido depende de transitar hacia el enriquecimiento de la gama de capacidades de producción. La cuestión es cómo.

El pobre rendimiento del valor agregado de la electrónica en Malasia no está perdido en el gobierno. Reconociendo el problema, el Ministro de Comercio Internacional e Industria y la Unidad de Planeación Económica de la Oficina del Primer Ministro han desarrollado una estrategia basada en el cluster.

El *Segundo Plan Maestro Industrial: 1996-2005* (IMP2), preparado por el Ministro de Comercio Internacional e Industria, comparte la estimación de que el crecimiento sostenido exige que la industria electrónica de Malasia debe hacer una transición "...hacia más operaciones automatizadas implicando procesos de alta tecnología y conducidos por el conocimiento". Esto no será fácil: "...este grupo internacionalmente relacionado que ha sido manejado por rápidos cambios en tecnología, desarrollo del producto e innovación, preferencias del consumidor cambiantes y corto ciclo de vida del producto, enfrenta una serie de retos" (MITI, 1996: 63).

El *Séptimo Plan de Malasia* de la Unidad de Planeación Económica señala un traslado sutil de la confianza en las empresas extranjeras, como opuesto a la inversión extranjera directa, como el origen de la tecnología: "el origen principal de la tecnología continuarán siendo las empresas extranjeras..." (EPU, 1996: 2). La aplicación de una aproximación basada en el cluster, no obstante, señala enfáticamente una nueva dirección.

El IMP2 (...) fijó su atención en el acercamiento al desarrollo industrial basado en el cluster [para] mejorar la existente base industrial del sector manufacturero. **Impulsará adicionalmente el fortalecimiento de los encadenamientos industriales tanto en términos de profundidad como en extensión en todos los niveles de la cadena de valor.** (negrillas del original: 30). La "estrategia para la Manufactura basada en el cluster (...) implica dos verdades básicas: el moverse a lo largo de la cadena de valor para incrementar el valor agregado a ambos extremos de la cadena (...) [y] el cambio total de la cadena de valor a un nivel mayor, por lo que el valor agregado es creciente en todos los puntos a lo largo de la misma (...)" (EPU, 1996: 31).

> El *Séptimo Plan de Malasia*, igualmente, acentúa el papel de los incentivos del gobierno para estimular la participación del sector privado en la estrategia basada en la productividad. Además, fueron introducidas una serie de medidas gubernamentales relacionadas con políticas tecnológicas. La tasa de absorción, no obstante, ha sido decepcionantemente baja y los indicadores de ciencia y tecnología no han mostrado el avance deseado (Rasiah, 1998a). En resumen, los ritmos de adaptación y de difusión de la tecnología han permanecido persistentemente bajos en la electrónica de Malasia. La fácil respuesta a la pregunta de las causas de la limitada absorción de tales programas es que las empresas de Malasia carecen de las capacidades requeridas para el manejo de tecnología y para transitar a una estrategia basada en la productividad. Esto debe cambiar si tiene lugar la transición a un crecimiento conducido por la productividad.

La pregunta es: ¿la transición fomentará el énfasis en el desarrollo basado en el cluster?

El punto de partida del acercamiento basado en el cluster es desagregar la industria por región. De hecho, la industria electrónica de Malasia es un complejo de tres clusters micro regionales de más o menos el mismo tamaño

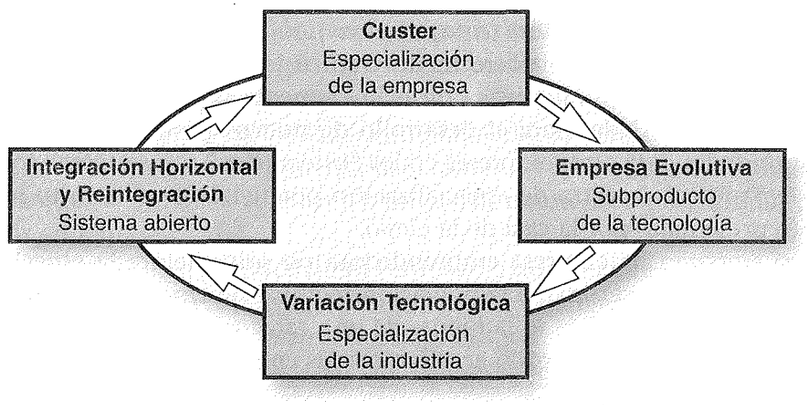
en empleo; estos son Penang, el Valle de Klang y Johor. Penang tiene la mayor concentración con más de 90,000 empleados, seguido del Valle de Klang con 85,000 y Johor con cerca de 80,000 (MITI, 1996: 38). Mientras los tres distritos en su conjunto son variantes del modelo de Singapur o tercer modelo de Manejo de Tecnología (TM, technology management), en cuanto que están manejados por empresas transnacionales (ETN), las relaciones con las casas matrices corporativas siguen diferentes patrones y, consecuentemente, las dinámicas regionales dentro de y a través de las empresas son diferentes también.

Más adelante se presentará evidencia sobre la industria electrónica en Penang la cual ciertamente ha "desarrollado una imitación de un cluster industrial", aunque todavía requiere un sustancial escalamiento (*upgrading*) para convertirse en un conductor de la estrategia lidereada por la productividad, las capacidades organizacionales de las empresas y la habilidad del proceso de formación. ¿Qué tipos de iniciativas pueden fomentar avances en las capacidades de manejo de tecnología de las empresas? Tomamos como premisa la idea de que la política industrial exitosa debe estar anclada en un entendimiento de las fuerzas que manejan la industria; la perspectiva de la administración de la tecnología ofrece una comprensión de estas fuerzas. Pero, ¿cuáles son las relaciones entre los clusters y la administración de la tecnología?, ¿y entre los clusters y el crecimiento conducido por la productividad? Formulamos estas preguntas desde puntos de vista teóricos y prácticos. En la sección que sigue se presenta un modelo de dinámica de cluster, que es aplicado a Singapur. Esta aplicación del modelo a Singapur lo es al mismo tiempo para Johor, siempre que las dos regiones estén integradas en un cluster electrónico único. El éxito de Singapur sugiere criterios de valoración de la situación de otros clusters; armados tanto de la teoría cuanto de la aplicación, nos enfocamos al caso del cluster electrónico de Penang.

1 Un modelo de dinámica de cluster

El distrito industrial de Marshall y el cluster de Porter introducen la organización de la industria dentro del análisis del crecimiento industrial. El crecimiento implica la combinación de una población creciente de empresas y/o empresas de rápido crecimiento. Empresas nuevas y de rápido crecimiento, sin embargo, no crecen en aislamiento, sino que surgen del desarrollo desde dentro de una infraestructura industrial constituida por una gran población de empresas especialistas.

Gráfico 1 Modelo de dinámica de cluster



La caja en la parte superior del Gráfico 1 se refiere al tipo y a la extensión de especialización dentro de una población regional de empresas. La mayor especialización *dentro del cluster* está asociada con las fuentes de ganancias por productividad identificadas por Smith y Marshall. La cadena de valor de Porter, igualmente, sugiere la especialización tanto en las empresas proveedoras como en los efectos de reacción con factores especializados de la producción. *Gran especialización entre las empresas dentro del cluster es parte del proceso por el cual, como un todo, el cluster gana capacidades únicas y ventajas competitivas regionales.*

Un cluster dinámico es uno con varios efectos de reacción que contribuyen a la diversidad tecnológica de la región. El impulsor es la dinámica de productividad interna de la empresa emprendedora, que es el resultado de la interacción entre la expansión (la creación y la liberación) de las capacidades productivas procedentes de la consecución exitosa de los proyectos, por una parte, y las oportunidades productivas emergentes identificadas y explotadas por el emprendedor o el equipo emprendedor, en la otra. Esta dinámica es una mayor fuente de ganancia por productividad oculta en el "residuo tecnológico" o en el concepto "productividad total de los factores" de las teorías macroeconómicas de crecimiento. Es una dinámica organizacional que no descansa en la expansión de los factores de producción, sino en el desarrollo de las capacidades productivas y su interacción con las oportunidades

de los mercados emergentes.[3] El desarrollo de nuevos productos que rediseñan e incrementan los tipos de los mercados es una manifestación de la dinámica productiva.

La empresa emprendedora (*entrepreneurial firm*) o empresa Penrosiana, está representada en la caja de la derecha del Gráfico 1. La empresa emprendedora genera capacidades productivas únicas, incrementa la diversidad tecnológica, crea oportunidades para el desarrollo de nuevos productos, y fomenta oportunidades para otras empresas en los "intersticios" (véase *supra*), todo lo cual expande el espectro de especialización potencial de un distrito industrial (representado por la caja de la cima).

Sin embargo, la empresa emprendedora no sólo mejora la especialización añadiendo diversidad a la población regional de empresas; el grupo de empresas emprendedoras es la fuente de una categoría particular de empresas cruciales para el desarrollo económico: las empresas desarrolladoras (*developmental firms*).

Las empresas desarrolladoras son aquellas que desempeñan un papel esencial en la mejora de las capacidades tecnológicas y en la base de habilidades de un cluster regional. Ejemplos de tales empresas desarrolladoras incluyen a la Springfield Armory, que ha aplicado y desarrollado el principio de intercambiabilidad, a Fairchild en Silicon Valley, y a DEC, a lo largo de la Ruta 128. Las empresas desarrolladoras son la fuente de nuevas empresas emprendedoras.[4]

[3] Las capacidades productivas son atributos de empresas individuales. Estas se distinguen de las capacidades de producción en cuanto estos últimos son atributos genéricos en términos de principios de producción, los cuales constituyen el espectro de las capacidades de producción (véase el Cuadro 2).

[4] Aunque los términos empresa emprendedora y empresa desarrolladora son utilizados indistintamente en el texto, se sugiere una connotación diferente. Las características de ambas son crecimiento rápido, integradoras de sistema, empleadoras de profesionales de ingeniería/ciencia, y organizadas para el desarrollo de nuevos productos. Sin embargo, la idea de empresa desarrolladora sugiere que la empresa juega un papel importante en el desarrollo de una base de habilidades de la región. DEC, por ejemplo, como una empleadora de decenas de miles de técnicos e ingenieros, fue una gran contribuyente para la formación de habilidades del área de la Ruta 128, habilidades que fueron cruciales para sostener la innovación después de que DEC se encontró en una caída financiera. Una empresa desarrolladora es análoga a un atleta de franquicia en un equipo deportivo profesional; es alrededor de tales empresas e individuos que las regiones y equipos están construidas y prosperan. Finalmente, una empresa desarrolladora puede ser auto gobernada, como en el caso de Springfield Armory, que fue un pivote en el desarrollo y difusión del principio de intercambiabilidad.

Mientras que la empresa emprendedora, y particularmente la desarrolladora, es la conductora fundamental del progreso económico, la oportunidad de la empresa para especializarse y desarrollar su núcleo de capacidades depende, al mismo tiempo, de una "dinámica de cluster" de empresas de ajuste mutuo. En un cluster orgánico y dinámico, las empresas se especializan en actividades que requieren capacidades similares y asociarse con empresas que se especializan en actividades complementarias pero diferentes (Richardson, 1972). La caja a la izquierda del Gráfico 1 representa esta "integración horizontal", "sistemas-abiertos", o grupos de empresas especializadas conectados en red.

La dinámica de productividad Penrosiana no depende de los distritos industriales o de los clusters tipo Porter, ya que está igualmente asociada con empresas integradas verticalmente bajo el modelo *keiretsu* de organización industrial. Sin embargo, la vitalidad sostenida del Silicon Valley y el resurgimiento de la Ruta 128 ilustran que la empresa Penrosiana combinada con la integración horizontal genera una dinámica adicional, la "dinámica de cluster", con un poderoso efecto en el crecimiento. Esta es la fuerza subyacente dentro de la integración horizontal identificada por Saxenian (1994) y Grove (1996) como una importante causa de la ventaja organizacional del Silicon Valley. Este es el modelo de organización industrial más apropiado para la competencia conducida por el producto (*product-led*), si bien ha sido refutado por la teoría económica durante mucho tiempo, pues considera que está construido sobre el supuesto de una dualidad de mercado o integración vertical, compra o producción.

El nexo entre las cajas a la derecha representa la dinámica entre las empresas emprendedoras: tanto los subproductos como las nuevas empresas, que expanden la diversidad tecnológica regional, recargan la dinámica del cluster y sostienen el crecimiento. Una empresa emprendedora genera nuevas capacidades productivas en la forma de nuevas posibilidades tecnológicas que sólo unas pueden continuar; la caja en la parte inferior representa el surgimiento de nuevas empresas para explotar las nuevas oportunidades productivas. En el proceso, éstas generan oportunidades para la especialización de otras empresas, que son ocupadas en gran número por clusters de "sistema-abierto" con gran potencial para formar nuevas combinaciones de recursos (la caja izquierda en el Gráfico 1), o nuevas empresas especializadas, algunas de las cuales llegarán a ser nuevas empresas emprendedoras.

De hecho, la oportunidad para y el ritmo de la innovación sostenida están cercanamente relacionadas a un diverso grupo de tecnologías desde el cual pueden ser desarrolladas nuevas posibilidades y combinaciones.[5]

Aún más, los subproductos de una diversidad técnica pueden crear subsectores de nuevas industrias, que también serán integrados por un distrito industrial de empresas especializadas: una nueva empresa puede especializarse en desarrollar una idea innovadora y juntarse con otras especialistas para las actividades complementarias requeridas. La integración horizontal es por sí misma una facilitadora de la diversidad tecnológica; forma un grupo diverso de conocimientos colectivos o un "colegio invisible". De ahí el aprendizaje colectivo señalado por Saxenian.

En todas estas formas la integración horizontal acelera y amplifica el proceso por el cual nuevas combinaciones de empresas, o redes, son creadas para explotar nuevas oportunidades.[6] Los clusters de sistema abierto son continuamente revitalizados mediante el proceso.

El proceso de ajuste mutuo anclado en la empresa emprendedora es la base de una dinámica de crecimiento de abajo hacia arriba análoga al proceso automontable o al autoorganizable de la teoría de sistemas; tal proceso es parte integrante de las industrias de la moda diseño-intensivas de la Tercera Italia, por ejemplo. Pero el modelo de distritos industriales dinámicos

[5] Ronald Kostoff ha caracterizado los factores necesarios para sustentar innovación exitosa y sostenible (1994). una fuente avanzada de conocimiento; identificación de la oportunidad técnica y necesidad; un emprendedor que abandere la innovación; soporte financiero; expertos en administración, e innovación continua y desarrollo sobre muchos campos. Lo que comienza a surgir aquí es la idea de que un componente vital para el desarrollo regional sostenible es la accesibilidad de la empresa a una fuente de conocimiento técnico cuidadosamente fusionado con una fuente de conocimiento organizacional. Es esencial profundizar continuamente la fuente de conocimiento técnico para la educación y el entrenamiento de trabajadores y administradores, mantenerse al mismo paso de esta expansiva fuente; y continuar el comportamiento cooperativo para la difusión de conocimiento sobre muchos campos técnicos.

[6] El término integración horizontal está pensado para sugerir, primero, la descentralización y la difusión del diseño, y segundo, el aprendizaje colectivo. Ejemplos del primero incluyen las relaciones entre usuarios y hacedores de compañías de máquinas y herramienta descritas en TM1 (technology management, manejo de tecnología) o modularización del diseño y reglas de interfaz compartidas, descritas en TM5 (véase el Cuadro 1). Ejemplos de aprendizaje colectivo (o distrito industrial de Marshall) son los canales abiertos de comunicación entre compañías, que son usados no sólo para resolver problemas sino para evaluar oportunidades.

o clusters se ha difundido a la electrónica igualmente, en parte como respuesta al establecimiento de capacidades de producción y organización que sostienen las estrategias conducidas por el producto. Es la infraestructura organizativa para la descentralización y difusión del diseño la que caracteriza el Manejo de Tecnología 5 o TM5 (véase el Cuadro 1).

2 La dinámica del cluster de Singapur y la región de Johor

La industria electrónica del sureste de Asia comenzó en Singapur en 1967 como una misión de inversión de Estados Unidos para hacer de esa localidad una plataforma de manufactura fuera del país (Chia, 2000: 12). En el mismo año Texas Instruments montó una planta de ensamblaje de semiconductores donde ensamblaría y probaría circuitos integrados simples para su reexportación a los Estados Unidos. Al influjo estadounidense siguieron las ETN de Europa y Japón. Reflejando la especialización nacional, las ETN estadounidenses tendieron a invertir en componentes electrónicos (ensamble de semiconductores y discos duros) y en electrónica industrial (computadoras y telecomunicaciones), mientras que las ETN japonesas invirtieron principalmente en electrónica para el consumidor y productos eléctricos. Dada la limitada oferta de trabajo en Singapur, las primeras actividades de ensamblaje centradas en la mano de obra intensiva incrementaron sus salarios y crearon presiones en los márgenes de ganancia. Las actividades en los procesos de manufactura de bajo valor agregado fueron trasladadas progresivamente a los estados vecinos de menor salario. En ese sentido, los altos salarios en Singapur denotaron la migración masiva de las fábricas hacia la contigua región de Malasia.[7] Singapur arriesgó perdiendo su base manufacturera y se expresaron temores de que la industria se ahuecara.

Sin embargo, aun cuando Johor se convirtió en una región electrónica que emplea a cerca de 80,000 personas, el ingreso *per cápita* de la región no ha convergido con el de Singapur. Esto ha sucedido a pesar de que el excedente de trabajo en Malasia se convirtió en escasez de trabajo con más de 20% de la fuerza de trabajo compuesta por trabajadores extranjeros. En 1997, los salarios valían la cuarta parte de los de Singapur y los precios de las propiedades fueron menores a un quinto (Sin-Ming Shaw, 1997: 64).

[7] En los inicios de la década de 1980, más de 50% de la inversión extranjera directa de las manufactureras con base en Singapur se dirigió hacia Malasia (Pang, 1995: 117).

Lo que pareció desindustrialización fue simplemente una relocalización de las fábricas. Las ETN no reubicaron el total de sus operaciones a las regiones de salarios bajos y exceso de mano de obra de la región. En vez de ello, mantuvieron la manufactura no intensiva en trabajo y las actividades relacionadas a los servicios en Singapur, reubicando fuera solamente las actividades intensivas en trabajo. El conocimiento y el valor agregado de las actividades intensivas en ingeniería no fueron transferidas, aun cuando las operaciones de manufactura tienen lugar en fábricas localizadas en Malasia (y en algunos casos dirigidas por ingenieros malayos trabajando para ETN con centros de operaciones regionales en Singapur).

Las operaciones de Singapur se concentran cada vez más en más actividades intensivas en ingeniería, incluyendo automatización, rediseño del producto, diseño para la manufactura y funciones logísticas asociadas con compra regional, incluyendo negocios complementarios, logísticos, servicios financieros y de compra. Por ejemplo, la división para proyectos de desarrollo de productos concentra en Singapur el diseño industrial, la ingeniería de alto valor agregado y las actividades de ingeniería de bajo valor agregado, y la manufactura repetitiva principalmente en Malasia, seguida por Tailandia, Indonesia y China (Tang, 1996: 231). La mayor parte de las actividades manufactureras localizadas en la región malaya de Johor son de tercer y cuarto nivel: actividades no calificadas, y operaciones intensivas en trabajo en industrias relacionadas al consumo electrónico.

La transformación no se detuvo con una nueva división de actividades dentro las ETN. La ventaja competitiva de Singapur y del modelo comercial está experimentando una transformación. La industria electrónica de Singapur fue estratégicamente convertida, de una plataforma de operaciones manufactureras intensivas en trabajo para las ETN integradas verticalmente, a un cluster de servicios manufactureros horizontalmente integrados con un desarrollo cada vez mayor de actividades de servicio complementario a la manufactura, tales como rediseño del producto intensivo en ingeniería y automatización de procesos, y servicios complementarios de comercio asociados con la coordinación regional, compra, desarrollo y actividades de integración.

La industria electrónica de Singapur, desde esta perspectiva, ha negociado exitosamente dos transiciones: al interior de las ETN, del trabajo intensivo a la automatización; de la automatización a la manufactura integrada, y de las ETN verticalmente integradas al cluster dinámico. A mediados de los noventa, la industria electrónica continuaba siendo la industria más importante de Singapur, sumando 36% del valor agregado de la manufactura y 25% de la

fuerza laboral manufacturera, y contribuyendo con 12% del PIB de la isla (Pang Eng Fong, 1995: 122-3). La parte extranjera equiparable a la industria electrónica de Singapur era 88% en 1992. Todos estos números son similares para la electrónica de Malasia, pero las similitudes terminan aquí.

El valor agregado y las diferencias en ingreso *per cápita* entre la electrónica de Singapur y la de Malasia son notablemente grandes. Por comparar, Penang representa la más avanzada de las tres regiones de la electrónica de Malasia y tiene apenas 87,000 empleados en electrónica, en contraste con los 127,000 de Singapur. Pero la electrónica de Penang genera menos de 4,000,000,000 de ringgit (apenas arriba de 1,000,000,000 de dólares estadounidenses) para los 13,200,000,000 de Singapur (8,000,000,000 de dólares estadounidenses), que se traducen en 12,000 dólares estadounidenses en valor agregado por persona en Penang contra 63,000 dólares estadounidenses en Singapur. Este múltiplo de 5 es menor que el múltiplo del ingreso *per cápita* entre Singapur y Malasia de más de 6 en 1997 (26,475 dólares estadounidenses a 4,320 dólares estadounidenses (tipo de cambio: de 1 dólar estadounidense ringgit malayo = 2.81 dólar estadounidense ringgit malayo; EPU, 1998; Chia, 1998: 1).

Una enorme brecha entre los niveles de ingreso en Johor y Singapur ha persistido, aun cuando son elementos de un sistema de producción integrado único. ¿Por qué? ¿Qué puede aprenderse de la experiencia de Singapur al generar crecimiento rápido? La gestión de la tecnología y el modelo de la dinámica del cluster proveen una cantidad de pistas, que al mismo tiempo ofrecen criterios para evaluar la posición actual de las tres regiones de la electrónica de Malasia y configurar una visión de su transformación. Cada una de las siguientes características existen en Singapur.

Empresas emprendedoras. Una base emprendedora dinámica es fundamental para adquirir tecnologías y explotar oportunidades de mercado. La política industrial de Singapur reconoció, primero, el carácter vital de las empresas emprendedoras y que las empresas emprendedoras pueden ser locales, *joint ventures* y subsidiarias extranjeras; segundo, que la capacidad emprendedora oriunda era insuficiente; y tercero, que las empresas emprendedoras son empresas en proceso de aprendizaje y tienen un apetito voraz para adquirir capacidades de ingeniería.

La estrategia de desarrollo se basó en sincronizar la formación de habilidades con la progresión de empresas a lo largo del espectro de capacidad de producción. La estrategia no se basó en pasar por alto las tecnologías sino en avances incrementales en las capacidades de producción que facilitaron

transiciones a través de los modelos de gestión de tecnología. La estrategia no fue conducida por la I&D o por el diseño; más bien fue guiada por el mejoramiento de las capacidades de manufactura, en sincronización con la ingeniería y la base de habilidades técnicas.[8]

Ingeniería y formación de habilidades técnicas. El papel de la formación de habilidades merece especial atención. Siow Yue Chia, director del Instituto de Estudios del Sudeste de Asia en Singapur, señala que:

> (...) desde los sesenta, el sistema educativo ha sido continuamente reestructurado, con énfasis en educación técnica y vocacional por debajo del nivel superior para proveer una fuente creciente de trabajadores expertos y técnicos, y rápida expansión de la ingeniería, negocios y educación de computación al nivel terciario. Cuarenta por ciento de los graduados de politécnicos y universidades son entrenados en ingeniería y áreas técnicas. La proporción de un grupo de edad inscrito en politécnicos y universidades está dirigida a alcanzar 60% para el año 2000. La educación formal es complementada con entrenamiento en institutos especializados en entrenamiento industrial para producir obreros calificados y técnicos. El establecimiento de la *Skills Development Found* provee entrenamiento actualizado para todos los actualmente empleados (Chia, 2000: 2-3).

Empatar capacidades productivas y oportunidades productivas. La gran confianza en las ETN fue una manera de fijar su atención en construir capacidades de manejo de manufactura y tecnología, las cuales se empataron con las oportunidades de mercado (oportunidades productivas en términos del modelo de dinámica de cluster). Con el desarrollo de capacidades de diseño, las empresas manufactureras (o subsidiarias), principalmente, dieron un gran paso para convertirse en empresas emprendedoras. Estas firmas

[8] Michael Hobday (1995: 1183) presenta un caso de estudio, Wearnes Hollingsworth Group, una empresa emprendedora de propietarios singapureños. Wearnes comenzó como un subcontratista de conectores y progresó hasta ser fabricante de equipo original (OEM, *equipment original manufacturer*), fabricante de diseño original (ODM, *original design manufacturer*) y fabricante de marca original (OBM, original brand manufacturer) en computadoras personales y añadió software y capacidades de I&D para habilidades de manufactura básica en electromecánica e ingeniería de precisión. Hobday apunta que: "En los inicios de 1990, Wearnes todavía vio sus principales fuerzas tecnológicas en la ingeniería de alta calidad aplicada a las tareas interconectadas eléctricas y electromecánicas, en manufactura de conectores, embalaje de chip, moldeado de plástico y galvanizado, más que software o I&D".

aún están a cierta distancia de tener capacidades de innovación, al menos en el caso de la electrónica. La innovación de punta está concentrada dentro de los clusters de la electrónica, particularmente en Silicon Valley y la Ruta 128.

La ventaja competitiva en la manufactura y los servicios asociados con bajos costos, ingeniería en producción de alta calidad. Singapur no buscó entrar en competencia con regiones que tienen ventajas competitivas en software o integración de software-hardware; por el contrario, planeó construir una ventaja competitiva en servicios de ingeniería de producción de alta calidad y entrega a bajo costo. Esta ventaja competitiva va más allá de la manufactura, hacia capacidades de "empaque e integración" que sustentan el surgimiento de Singapur como un centro regional de operaciones cuya oferta son los servicios de manufactura. La categoría cluster captura la extensión total de lo que significan los servicios manufactureros.

Singapur como un empacador y un integrador. La expresión "empacador e integrador" viene de Enright, Scott y Dodwell (1997). Captura la idea de que Hong Kong o, por extensión, los empresas de Singapur, no son simples coordinadoras de actividades regionales sino "instigadoras e iniciadoras" de actividad económica, pues empatan la demanda y la oferta a nivel local, regional y global. Tales empresas (o grupos de empresas conectados en red) representan un complejo de actividades que les permiten añadir valor:

> a través de su conocimiento de las fuentes y mercados de destino, a través de su familiaridad con las capacidades de producción de literalmente miles de fábricas diseminadas en toda Asia, a través de las capacidades avanzadas en logística, y a través de la experiencia en el manejo de subcontratistas. Más que un 'intermediario', la empresa de Hong Kong [sustituto de la de Singapur] llega a ser una socia completa para el cliente, coordinando y combinando 'empaque e integración', un rango de actividades frecuentemente más allá de las capacidades del cliente... Por un lado, ofrecen un centro de operaciones completo para la gestión, financiamiento, tecnología, diseño, *prototyping*, control de calidad, marketing, y servicio de distribución entre las plantas de ensamble dispersas; por otro, disponen de vendedores minoristas" (Enright, Scott y Dodwell, 1997: 55).

El cluster que captura todo de las firmas implicadas en las actividades de 'empacador e integrador' rompe cualquier dicotomía manufactura/servicios, incluso trasciende la metáfora de la cadena de valor con la de red de valor. La idea de cadena de valor se deriva de un contexto de línea de montaje;

la idea de red de valor captura la idea de coordinación en tiempo real e integración de diseño a través de las actividades.

La caja del lado izquierdo del Gráfico 1, que es un flujo circular dinámico del cluster, captura la capacidad de una región para crear rápidamente redes de valor. Tanto el papel del rematador, como el administrador de nivel medio en economía de equilibrio, son remplazados por el integrador de red en el paradigma de la dinámica. La capacidad de integración de la red opera a nivel empresarial; en ambos casos cada unidad es flexible y sensible al diseño, y el todo está sujeto a rediseño para dirigirse a nuevos retos. En tanto que la integración de sistemas depende de las reglas de interconexión técnica, la integración de la red depende de las interacciones sociales de confianza. Para estas últimas la proximidad es importante, de ahí la ventaja de la agrupación metropolitana.

La extensión y tipo de especialización (caja de arriba del flujo circular dinámico del cluster) contiene un variado conjunto de actividades de tipo de servicio en un cluster metropolitano dinámico. En el caso de Singapur, muchos de estos son elementos de un cluster de servicios de manufactura. Ese país no puede ser culpado por haber ignorado el papel de las empresas proveedoras "de baja tecnología" para un cluster flexible "de alta tecnología". El sistema de formación de habilidades de Singapur ha provisto un flujo constante de mano de obra calificada para mantener una base regional de suministro para la pequeña y mediana empresas (Pyme), compuesta de maquinaria de herramientas, trabajo con metal, procesamiento de plástico, fabricación de troquel y molde, fabricación de instrumentos, e insumos especializados relacionados con la manufactura.

El crecimiento y el valor agregado en Singapur vienen del desarrollo de la dinámica de cluster, involucrando empresas emprendedoras de reforzamiento mutuo, desarrollando capacidades únicas, los subproductos y las puestas en marcha que son facilitados por la formación de habilidades y la infraestructura; involucra también una proliferación de empresas especializadas que pueden combinar y recombinar horizontalmente a proyectos de rápida realización.

Hay evidencia de que la industria electrónica de Penang está en medio de una profunda transición en ventaja competitiva, cuyas características se están definiendo. La ventaja competitiva naciente está siendo manejada por una serie de "dinámicas de cluster", las cuales se han anclado en los nuevos modelos de negocio establecidos en las empresas líderes de electrónica y en los distritos industriales en los que operan.

3 Penang: aplicación del Modelo de Dinámica de Cluster

Penang, uno de los trece estados de Malasia, tuvo una época difícil a finales de los sesenta. Su histórico papel comercial virtualmente desapareció con la agitación política y la reestructuración nacional, con el desempleo alcanzado de 15% aproximadamente (Koh Tsu Koon, 1995: 2). En 1969 el Gobierno del Estado de Penang estableció la Penang Development Corporation (PDC) para "para promover y hacerse cargo del desarrollo socioeconómico de Penang" (PDC, 1994: 4). Esta corporación desarrolló programas en industrialización, urbanización, reforma urbana, promoción turística y desarrollo de recursos humanos. En los próximos 25 años Penang se convertirá en un centro de manufactura: su participación en la manufactura del PIB creció de 13 a 50% (Koh Tsu Koon, 1995: 2-3).

Pero ¿es la industria electrónica de Penang un cluster dinámico? Sí es así, ¿por qué no ha redituado un funcionamiento de mayor valor agregado? Nos dirigimos a evidenciar que un sistema manufacturero basado en el cluster está surgiendo, utilizando el modelo de dinámica de cluster.

3.1 Especialización (microdiversidad)

Mientras que la región de Penang empezó con una especialización mayormente concentrada, en primera instancia en el ensamblaje, seguido por el empaque y la prueba de semiconductores, construyó una capacidad de producción de gran volumen de componentes electrónicos que se extienden sobre los discos duros y, más recientemente, sobre muchos elementos de la cadena de suministro de PC (DCT, 1998).[9] Mientras que muchas de esas partes y componentes son elementos en redes de producción globales, coordinadas a su vez por los centros de operaciones de las ETN y no intersectan profundamente, en años recientes han presenciado una transición a una base de proveeduría regional con un creciente grado de integración horizontal local. Esta ha sido acompañada por el surgimiento de una base proveedora, de propietarios locales, con capacidades crecientes en manejo de tecnología.

[9] DCT Consultancy Services, una subsidiaria totalmente propia de la Penang Development Corporation, ha identificado docenas de partes y componentes especiales a lo largo de la cadena de producción que son producidas en Penang y las compañías involucradas (DCT, 1998).

Una serie de estudios confirman el mejor funcionamiento de la región de Penang entre las tres concentraciones regionales de productos eléctricos y electrónicos en Malasia. Por ejemplo, en un estudio de absorción de tecnología y difusión entre empresas de apoyo local en la industria electrónica, Suresh Narayanan documenta una gran brecha entre Penang y el Valle de Klang. Él hace la siguiente declaración sumaria:

> En términos de nuestro escenario de transferencia, mientras que todas las empresas en ambas áreas han pasado la primera etapa de transferencia (adopción), el progreso en la segunda etapa de absorción es marcadamente diferente entre empresas de asistencia en Penang y aquellas en el Valle de Klang. Mientras más de la mitad de las empresas en Penang se han movido a la tercera y cuarta etapas de absorción de tecnología (habilidades de reparación/modificación), la mayoría de las del Valle de Klang está todavía en la primera etapa de absorción (Narayanan, 1997: 22).

El mayor nivel de difusión de tecnología en Penang está ligado a una proporción mucho mayor de subcontratación local por empresas locales. Narayanan encuentra que mientras que empresas locales de asistencia en Penang originan 46% de sus insumos localmente, la cifra estaba abajo del 13% para las empresas del Valle de Klang (Narayanan, 1997: 23). En un estudio detallado de las relaciones entre siete compañías electrónicas y nueve empresas con máquinas-herramienta autóctonas en Penang, Rasiah (1994) encontró que estas últimas fomentaron el crecimiento de proveedores de segundo y tercer niveles. Narayanan (1997: 25) sintetiza los descubrimientos de Rasiah:

Los vendedores del primer nivel (aquellos que tuvieron los primeros vínculos con las empresas del sector electrónico) han elegido, a tiempo, especializarse en ciertas funciones, y pasado algunas de sus tareas previas hacia las empresas de herramienta mecánica del segundo nivel a quienes ahora alimentan. Estas empresas de segundo nivel han seguido originando sus propias empresas subcontratistas de tercera fila, simplemente dándoles tareas como la fabricación de partes, que ya no es rentable para la formadora. En ese sentido, no sólo creció el número de empresas de herramienta mecánica, sino que ha habido un mayor grado de especialización entre ellas. Estos descubrimientos sugieren una difusión de tecnología más amplia, de empresas de primer nivel hacia empresas más pequeñas que les dan servicio. Los descubrimientos de este estudio han sido corroborados por otros observadores también (al respecto véase Teh, 1989).

La combinación de un desarrollo de concentración regional (manufactura de alto volumen en componentes electrónicos) y una iniciativa de especialización es el componente esencial para la dinámica de cluster. No obstante, la industria electrónica de Malasia tiene una base pequeña de Pymes, en comparación con el contexto internacional. Desde el establecimiento de la primera planta de semiconductores en Penang, en 1972, la industria ha crecido a más de 850 compañías. La electrónica de Taiwán, que tiene una industria con apenas el mismo número total de empleados, reúne más de 3,300 empresas (Dahlman, 1993: 257).

3.2 Empresas desarrolladoras y empresas emprendedoras

La estrategia de la Penang Development Corporation fue buscar las empresas de electrónica más emprendedoras del mundo, muchas de las cuales cumplen el perfil de lo que Andrew Grove de Intel (1996: 42) describe como la 'nueva industria horizontal de la computadora' (TM5 en el Cuadro 1), un modelo de negocios asociado con la integración horizontal, aprendizaje colectivo, e instituciones comunitarias. Los principales ejemplos incluyen a Intel, Motorola y Dell.

La electrónica de Penang ha avanzado con el desarrollo de estas compañías. Lim (1991) describe en detalle los movimientos progresivos de Intel, del ensamblaje al creciente cambio de generación de capacidades, haciendo posible que los centros de operación transfieran tecnología a Penang y que la planta local evolucione a actividades de valor agregado más complejas.

El centro de diseño de Intel en Penang, establecido en 1980, tiene 250 personas y ha progresado en tres etapas. Primero se ocuparon del diseño y rediseño de productos maduros, por ejemplo del microprocesador Intel 286, para mejorar la optimización, tasas de rendimiento y robustez. Al mismo tiempo desarrollaron la capacidad para diseñar chips, lo que permitió iniciar la segunda etapa entre 1992 y 1994, la proliferación de productos, durante la cual fue otorgada la primera patente. La etapa tres ha involucrado al centro de diseño de Penang en el diseño original para *comodities* o aplicaciones empotradas y para unidades centrales de procesamiento (CPU) de las PC y grupos de chips; en esta etapa una segunda patente fue adjudicada por la propiedad intelectual de su trabajo en un nuevo CPU de 8 bits para aplicaciones de microprocesadores empotrados, y otras cuatro patentes están pendientes. La misión del centro de diseño es "ofrecer productos urgentes más rápido que nuestros competidores".

Cuadro 1 Modelos de Manejo de Tecnología

	Caso	Principio de producción	Aplicación	Dinámica en el desempeño	Capacidad organizacional
TM1	Armory	Intercambiabilidad	Reemplazar ajustadores manuales	Funcionamiento del producto	Ingeniería de producto, *Mach* especial y mecanizado.
TM2	Ford	Flujo	Producto único	Costo	Ingeniería de proceso, *Synchron.*
TM3	Toyota	Flujo	Productos múltiples	Costo, calidad, tiempo de espera	*GT, manufactura de ceulares, Laizen*
TM4	Canon	Flujo, integración de sistemas	Desarrollo del producto nuevo, integración tecnológica en general	Innovación de producto	I&D aplicada, desarrollo propio de tecnología.
TM5	Intel	Flujo, integración de sistemas	Concepto del producto nuevo, diseño de sistema nuevo	Productos inteligentes	Ingeniería en sistemas y software, integración de ciencia y tecnología y funcionamiento en red, transiciones de sistema.

Fuente: Best, 1998

Nota: TM: Technology Management o Manejo de tecnología

La de Motorola es una historia similar (Ngoh, 1994). El centro de I&D que comenzó con cuatro ingenieros, hoy tiene cerca de 120. La Motorola de Penang cuenta con el liderazgo en Asia para los teléfonos inalámbricos CT2. El Centro hace diseño de nuevos productos, interfaz por medio de producto-proceso y proceso de manufactura avanzada.

Los centros de operación asiáticos de Dell están en Penang. Dell es un innovador industrial, este es el ejemplo más destacado de la oportunidad que Internet ha creado para construir un modelo de negocios de clientes masivos. El modelo de negocios de Dell "producción por encargo" (*produce to order*), combina el sistema de producción de Toyota (manufactura de celulares, JIT, *kanban*, transición rápida, mejoramiento continuo, equipos de trabajo autodirigidos) con Internet para integrar la producción y la distribución en un único proceso de alta capacidad de producción. La fábrica de Dell responde directamente al consumidor final, pues todos los intermediarios en la distribución son eliminados. La era de la cobertura de las necesidades individuales de la masificación de clientes, en la que cada producto era ensamblado para cumplir unos requisitos específicos del cliente, ha sido prometida durante una década, pero la organización de Dell aunada al Internet la hicieron posible.

Las implicaciones son potencialmente tan profundas como otras innovaciones tecnológicas, entre ellas el rediseño de la arquitectura de la fábrica de Ford para utilizar la llegada del caballaje fraccional, motores eléctricos de manejo por unidad para lograr, por primera vez, producción sincronizada o masiva (véase TM2 en el Cuadro 1). Para alcanzar las oportunidades del nuevo modelo, Dell ha desarrollado capacidades de ascenso rápido que son la excepción incluso para Penang; o quizá localizó sus centros de operaciones regionales en Penang por su ventaja competitiva en cuanto al mejoramiento rápido de la producción. La compañía logró la certificación ISO 9002 dentro de los 8 meses de haber comenzado su producción, el plazo mínimo legal.

Más aún, Dell persigue una estrategia simultánea de lanzamiento. Esto significa que los productos hechos en Penang son productos de primera generación, los mismos productos hechos en las plantas de oficina de la ciudad natal de Dell. Esto incrementa el reto y las oportunidades para proveedores locales de Dell, para estar a la vanguardia de desarrollos tecnológicos y de nuevos productos.

Rasiah (1995: caps. 6-7) identificó casos de intensificación de capital humano en divisiones locales de fomento de transferencia de tecnología de

ETN, particularmente vía desplazamiento a las empresas locales de personal calificado. En palabras de Rasiah:

> Intel, AMD, National Semiconductor (...) y Motorola de Malasia reportaron que el personal formador inició nuevas empresas, y ofreció soporte técnico sustancial para empresas locales (Rasiah, 1998a: 10).

No es sorprendente cómo estas compañías son empresas desarrolladoras en Estados Unidos y tienen antecedentes que se remontan a mucho tiempo atrás. Las plantas subsidiarias de National Semiconductor en Penang, Dynacraft y Micro Components Tecnology, entrenan a mucho del personal clave de la región en cuanto a ingeniería de precisión y trabajo con metal que ahora dirigen empresas locales exitosas, incluyendo a Rapid Synergy.

El desarrollo de empresas proveedoras en trabajo metálico, maquinado y mecanizado, y plásticos, es fundamental para mantener la ventaja competitiva de la electrónica en Penang. Pero, al mismo tiempo, el número de empresas emprendedoras de propiedad malaya (empresas con capacidades de diseño y desarrollo de nuevos productos) en la electrónica es limitado. Ejemplos destacados en Penang son Eng Technology Holdings, UNICO Technology y Globetronics. Cada una ha sido descrita por Lim Kah Hooi (1997).

Eng mantiene 8% de la cuota del mercado mundial de operadores de discos (*disk drive actuator,* un componente de precisión); sus clientes son la industria mundial de discos flexibles y semiconductores. Comenzó en 1974 proveyendo gigas y *fixturing,* graduó a grupos de troquelado de precisión y mecanizado que fueron provistos para la creciente industria electrónica. Actualmente ENG está integrada por 4 subsidiarias principales y emplea 350 personas, pero también está involucrada en una serie de *joint ventures* en Penang, las Filipinas y Hong Kong a fin de proveer operadores en una base JIT (Lim, 1997; Rasiah, 1998b y 2001).

UNICO fue establecido en 1992 por Intel Cooperative; el primer producto fue el ensamblaje de tarjetas madre para Intel de Penang (Lim, 1997). Muchos administradores fueron apoyados durante la puesta en marcha. La administración se ha integrado hacia arriba rápidamente, desde un ensamblador de tarjeta de circuito impreso a un fabricante de caja de producto OEM y ODM mediante alianzas con compañías en Canadá y Europa. En 1996, UNICO firmó 4 acuerdos *joint venture* para fabricar estaciones de trabajo de PC, computadoras *notebook* Pentium, módems, unidades de CD ROM, y teléfonos inalámbricos digitalmente mejorados. UNICO busca ventas por mil millones de dólares para 2002.

Globetronics, incorporado en 1990, fue fundado por dos tecnoemprendedores locales, quienes dejaron Intel de Penang para hacer manufactura de contrato.[10] En palabras de Lim (1997):

> En aquel tiempo Intel estuvo transfiriendo nuevos productos a un ritmo acelerado desde sus centros de operaciones empresariales, e Intel de Penang estuvo buscando un modo rápido de aumentar su capacidad. Así, Intel de Penang decidió sacar los productos más viejos junto con el equipo entero a Globetronics.

Globetronics ha formado *joint ventures* con Sumitomo Metal Electronics Devices de Japón para proveer a la industria de semiconductores con sustratos de cerámica, ensamble de PCB (*printed circuit boards*), revestimiento y servicios de lanzamiento de nuevas computadoras para verificar su funcionamiento (*burn-in services*). La meta de las compañías es llegar a ser un administrador de programa informático comercial (*turnkey contract manufacturer)* para la industria de semiconductores.

Además de UNICO y Globetronics, el CEO de Sanmatech, Rodel, Moles y Altera (el primer estudio de diseño de la región) provienen de Intel.[11] El exadministrador de Intel también jugó papeles clave en el desarrollo de Dell-Penang y AIC Semiconductor, que es de la localidad. Dos de los ingenieros de diseño de Intel dejaron de ayudar a levantar el centro de diseño de AMD.

Los subproductos de Motorola que proveen a las ETN con cumplimiento de producción de clase mundial incluyen Sanda Plastics, LBSB, Eastrade y BCM Electronics. Micro Machining, una subsidiaria de National Semiconductor, desarrolló las habilidades de personas clave en Priority Plus (un manufacturero por contrato local) y en Rapid Synergy (productos plásticos y hechura de moldes).

Intel, Motorola y, potencialmente, Dell son excepcionales en el compromiso con la innovación local y las oportunidades para conducir la dinámica de cluster. Son empresas desarrolladoras dentro del contexto de Penang, las cuales están incrementando la base de habilidades de la región (habilidades técnicas y administrativas), un requisito para hacer la transición hacia la manufactura integrada asociada con TM4 y TM5 (véase el Cuadro 1). Lo que es necesario son docenas de empresas emprendedoras locales, tales como ENG's, UNICO y Globetronics.

[10] MTDC mantiene el 30% de las acciones de Globetronics.

[11] La información en este párrafo fue provista al autor por etrevistas personales con Wong Siew Hai, Director Administrativo de Intel de Malasia, y Anna Ong, DCT Consultants.

Martin Bell y Michael Hobday (1995: 47) condujeron una encuesta de ingeniería, soporte técnico, I&D e innovaciones recientes en 20 compañías líderes de electrónica en Malasia. Sus datos mostraron "necesidades tecnológicas de mediano plazo y soporte técnico substancial para la producción" y que "un gran acuerdo de actividad innovadora es llevado a cabo, no sólo en el cambio de productos y procesos sino también en el diseño y aplicación de cambios organizacionales" (*idem*). Los autores añaden que "en ningún caso fue emprendida localmente investigación básica o de largo plazo (*e.g.* en cuanto a nuevos materiales o ingeniería de software avanzado) (...) En pocos casos alguna investigación relacionada al diseño del producto y desarrollos de procesos fue llevada a cabo por las empresas más grandes" (*idem*).

3.3 Variación tecnológica

No es sorprendente que la parte superior del Cuadro 1 no incluya ejemplos de evolución tecnológica (o de creación de nuevos sub-sectores industriales) a escala mundial con excepción de la empresa Springfield Armory. Esto es principalmente porque las ETN de la electrónica realizan 'proliferación de producto' en vez de diseño de producto y desarrollo de nuevo producto en Penang. Pero la variación tecnológica para la región está ocurriendo.

El desarrollo temprano de la ingeniería y maquinado de precisión son ejemplos de nuevos sub-sectores que incrementan en la región el potencial para la diversidad tecnológica. Para el futuro, el lugar para encontrar potencial para subproductos relacionados con la tecnología reside en las capacidades de diseño de empresas emprendedoras.

El surgimiento de Altera, el primer estudio de diseño, señala un nuevo desarrollo decisivo en la transición de Penang. Las habilidades necesarias para las operaciones de "interfaz de usuario" *(front-end)*, como diseño de *chip*, integración de sistema, ingeniería en aplicaciones, escasean en Penang y las que existen están concentradas en el plantel de I&D de un puñado de ETN. El Centro de Diseño de Intel es un microcosmos, interno para Intel, de los tipos de capacidades de diseño que deben de convertirse en parte de las capacidades de un cluster más amplio para Penang, si desea realizar la transición a una dinámica de cluster más poderosa. El *Penang Design Center* cuenta con tres fases en el desarrollo de capacidades de diseño y herramientas a través de las siguientes disciplinas: ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería en software, comunicaciones y medios, diseño industrial y

manufactura.[12] Diecinueve herramientas de diferente software están involucradas; el centro de diseño de Penang tiene al menos un instructor para cada herramienta.

La importancia del desarrollo de habilidades locales no puede ser destacada en demasía. Como un CEO lo dijo: "Si los cambios fuera de la organización están sucediendo más rápido que los cambios dentro, entonces el fin está cerca" (Lim, 1997: 4). Este es un tema recurrente.

3.4 Integración horizontal y reintegración

Compañías tales como Intel, Motorola y HP han atraído proveedores de primer nivel, de clase mundial, incluyendo manufactureros a contrato como Solectron, quien en cambio, ha completado la base de proveedores de PC haciéndola atractiva para ensambladores de PC innovadores tales como Dell. La estrategia de Dell de combinar el sistema de producción Toyota con el canal de distribución vía Internet ha revolucionado la industria de la PC; un segundo aspecto de la estrategia de Dell, lanzamientos simultáneos a nivel mundial de producto, ha creado presiones en la base de proveedores de Penang para operar en la frontera de capacidades de producción con tecnologías de primera generación.

Hoy en día Penang ofrece capacidades para la manufactura más moderna y para el rápido ascenso en estándares de alto funcionamiento, para compañías conducidas por el mercado o conducidas por el diseño de cualquier parte del mundo.

Xircom, por ejemplo, es una compañía de telecomunicaciones de rápido crecimiento que "comenzó la revolución de la computación móvil" con adaptadores pequeños, de bajo costo, que permiten a usuarios de PC y *notebooks* acceder a redes empresariales.

El adaptador Xircom convierte a las *notebooks* en PC de escritorio en términos de conectividad a redes de área local, sin sacrificio de la movilidad de la *notebook*. Los productos de Xircom son hechos en Penang únicamente; el director administrativo local fue elegido por sus vínculos en Penang: él pudo

[12] El *Penang Design Center* busca desarrollar sus condiciones en diseño, así, como sus capacidades de manufactura para transformar conceptos de producto en productos viables. Los avances en software y modularización han reducido el tiempo para lograrlo. El proceso de diseño tiene cinco fases: definición de productos, diseño funcional, diseño lógico, diseño de circuito y diseño de presentación.

construir un equipo de administración; armar el personal de operación; identificar, establecer y equipar una planta; y llevarla rápidamente hacia un funcionamiento superior en un lapso muy breve, quizás ha sido el más rápido en el mundo.

Hacer operativa la planta ha implicado la interacción cotidiana con Automated Technology, un proveedor de automatización de proceso literalmente al otro lado de la calle. El personal de Automated Technology trabaja dentro de la planta de Xircom. De esto se trata la integración horizontal y el aprendizaje colectivo.

3.5 La dinámica de cluster de Penang: manufactura fuerte, innovación débil

La industria electrónica de Penang es un cluster dinámico que surge con déficit en habilidades de ingeniería, en la extensión y densidad de redes de valor, y en empresas emprendedoras. Al mismo tiempo Penang tiene capacidades de manufactura que pueden servir como una plataforma para realizar la transición a una dinámica de cluster que fomente la innovación industrial. Es necesario concentrarse, en primer lugar, en una lectura optimista del potencial de transición basado en las considerables fortalezas de Penang.

3.5.1 Las fortalezas de Penang: una plataforma de manufactura electrónica

Primero, las ETN continúan localizándose en Penang porque les ofrece una plataforma de producción poderosa. Por ahora esta plataforma de producción tiene mucho que ofrecer, lo cual no está disponible en otro lugar.

Segundo, las ETN, a fin de permanecer competitivas, han desarrollado capacidades de manufactura de clase mundial en Penang a niveles TM2 (véase el Cuadro 1), que es producción masiva incluyendo sistemas JIT (*just in time*) y TQM (*total quality manufacturing*) con una serie de ejemplos de TM3. Estas prácticas de producción permiten a compañías participantes alcanzar estándares de funcionamiento de clase mundial en costo, calidad y tiempo (no en tiempo hacia el mercado para innovación y desarrollo de nuevo producto).

Tercero, las ETN estadounidenses localizadas en Penang tienden a seguir el modelo de negocios de Silicon Valley, que hace hincapié en la integración horizontal, el aprendizaje colectivo y la identidad comunitaria. Muchos aspectos

de Silicon Valley incluso han sido transplantados simplemente porque está incluido en el modelo de negocios que da forma a sus prácticas diarias.

Cuarto, el rango de compañías, servicios y división del trabajo en Penang constituye un distrito industrial de "sistema abierto" *(open system)* en el que están reunidas en uno sólo lugar prácticamente todas las actividades requeridas para una rápida puesta en marcha e intensificación de la producción de alto volumen basada en JIT.

Quinto, la *Penang Development Corporation* ha sido una organización intermediaria ejemplar al identificar y decidir sobre las necesidades colectivas y las empresas locales, facilitadoras del aprendizaje de oportunidades para el desarrollo creadas por la presencia de ETN. Un ejemplo sobresaliente es el *Penang Skills Development Center*.

Sexto, la industria electrónica de Penang, como un distrito industrial constituido principalmente por ETN pero con creciente participación local, está siendo conducido por un grupo de fuerzas dinámicas que están incluidas en la competencia basada en el producto. Estas fuerzas están creando nuevas oportunidades para el progreso de capacidades locales, si son desarrolladas las políticas correctas.

Séptimo, el "colegio invisible" de formación de habilidades de compañías es considerable en Penang. Muchas de las grandes compañías de Estados Unidos y Japón invierten montos grandes, individual y colectivamente, en habilidades de taller. Una auditoría de la cantidad y calidad de los graduados del "colegio invisible" de estos programas pueden revelar un activo regional considerable o "capital social". Estas habilidades representan un gran activo regional que ha sido acumulado por más de 25 años.

Octavo, la capacidad de rápida integración horizontal y reintegración para proveer nuevos productos toma tiempo para desarrollarse, no se imita fácilmente, y es problemática en regiones con salario alto. Sin embargo, ofrece una plataforma de ventaja competitiva sobre la que Penang puede avanzar hacia capacidades administrativas de tecnología superior. Pasos obvios son la transición hacia la manufactura integrada de computadoras (CIM, *computer integrated manufacturing*) para volúmenes más pequeños, productos de mayor mezcla. Estos tienen analogías, en términos de capacidades organizacionales y de producción, para la transición de TM2 a TM3 descrita en el Cuadro 1. Un segundo paso es cambiar hacia una capacidad regional de manufactura por contrato que también pueda proveer tecnología relacionada con los servicios, incluyendo servicios de diseño, ingeniería de prueba y diseño de equipo, calificación de componente, análisis de falla, análisis de valor/ingeniería de valor y *prototyping* (Kimmel, 1993: 156).

3.5.2 El reto de Penang: déficit de habilidades e innovación

Penang es una historia exitosa de la industria electrónica; sin embargo, aun cuando Penang ha atraído muchas de las compañías líderes mundiales en electrónica y construido un cluster de la electrónica, el nivel de valor agregado es pequeño y declinante.[13] La baja productividad total de los factores es reflejada en un bajo nivel de ingreso *per cápita* respecto de Singapur (es casi una sexta parte de este último). ¿Por qué se observa un alto crecimiento pero ganancias limitadas en el ingreso *per cápita*? Mucho del crecimiento está ligado a acumulación amplia o crecimiento en trabajo y en capital, en vez de ganancias en capacidades de organización. Esto refleja una realidad preocupante: la capacidad de manufactura está aceleradamente convirtiéndose en un *commodity*. Con el refuerzo de las capacidades de producción en volumen en Este de Asia, las plantas de manufactura están en exceso de oferta. Las capacidades incipientes de China en esta área solamente intensificarán la tendencia de la manufactura de producción en masa a ser *commodity*.

En contraste, las actividades de "empaque e integración", que conectan la demanda global con la producción, y las capacidades de manufactura mejoradas de "servicio y tecnología" son relativamente escasas y ordenan reingresos mayores.[14] El problema es que Penang carece de ambas capacidades, "empaque e integración", en relación con Singapur y las capacidades de innovación tecnológica de Taiwán; en cambio, como un centro de manufactura es presionado por regiones con capacidades similares a lo largo de Asia Oriental. Peor aún, como un seguidor, Penang tiene un potencial pequeño para luchar tanto con la ventaja metropolitana de las capacidades de "empaque e integración" de Singapur como con las capacidades de formación, tanto de Taiwán o de Singapur, en la manufactura intensiva en ingeniería. Además, a pesar de

[13] Lim (1997) sugiere una caída en el valor agregado de la electrónica de 31.4% en 1985 a 19.4% en 1994.

[14] Cary Kimmel, un ejecutivo de Xerox, reporta que una encuesta (1987-1989) de Xerox a proveedores en el Este de Asia reveló lo siguiente: "Compañías que proveen SyT [N. Del E.: factores relacionados a servicio y tecnología] experimentaron una tasa de crecimiento de más de 400% durante un periodo de tres años, comparado con sólo 30% para las compañías manufactureras de contrato tradicional. Esto es más que un interés pasajero: el crecimiento mayor fue experimentado por aquellas compañías localizadas en países con políticas nacionales bien definidas que alientan el crecimiento de capacidades de SyT" (Kimmel, 1993: 158).

que Penang se beneficia de las dinámicas de cluster, en electrónica el número limitado de empresas, la diversidad tecnológica, las puestas en marcha y los declives sugieren que es una dinámica de cluster débil sin las inyecciones de alta potencia, tanto de institutos de investigación, como en Taiwán, o de intensidad de sector-servicio, como en Singapur.

Desde esta perspectiva, la infraestructura institucional, física y de formación de habilidades de Penang orquestada por la Penang Development Corporation fue altamente exitosa guiando la transición hacia un cluster de manufactura de alto volumen. Sin embargo, se requiere una nueva transición que demandará un grupo totalmente diferente de capacidades institucionales y de formación de habilidades. Desafortunadamente, hasta la fecha, no hay consenso y una estrategia similar no ha sido desarrollada para empezar a movilizar los recursos.

La caída más importante ocurrió en la formación de habilidades, requerida para fomentar las empresas emprendedoras y la innovación industrial. No hay atajos: la innovación en electrónica es intensiva en ingeniería. Las habilidades ligadas a la innovación limitada de Penang, dadas las capacidades de manufactura considerable, ilustran los límites de una infraestructura electrónica que generalmente no incluye capacidades de formación de habilidades fuertes en áreas tales como ingeniería de diseño, ciencia computacional, análisis de sistemas y tecnología de la información.

El problema consiste en comprender las condiciones de Penang. Koh Tsu Koon, *Chief Minister* de Penang en 1995, señalaba la escala de inversión requerida en educación superior para afrontar el reto:

> Se estima que hay ahora cerca de 12,000 científicos e ingenieros con grado de Licenciatura en Ciencias o su equivalente trabajando en Penang. Esto cuenta en una proporción de 10,000 científicos e ingenieros por millón de habitantes, lo que es menor que los más de 25,000 por millón de habitantes en Singapur y Hong Kong. En consecuencia, nosotros debemos apuntar a alcanzar la proporción de 25,000 para el año 2002 (...) Se espera que la población de Penang alcance 1.4 millones de personas, por lo que necesitaremos 35,000 científicos e ingenieros para entonces, lo cual significa que debemos producir y reclutar unos 23,000 científicos e ingenieros dentro de los próximos ocho años, cerca de 3,000 por año. Esto es algo ciertamente muy difícil (Koh TsuKoon, 1995: 12).

Con una proporción de 10,000 científicos e ingenieros por millón de habitantes, Penang más que cuadruplica el semblante nacional de Malasia, de 2,300 por millón. Esto significa que Penang probablemente tendrá que aumentar

el número de sus propios ingenieros y científicos. Mientras que las empresas individuales pueden hurtar ingenieros una a la otra y cosechar el cultivo existente de estudiantes, la región, como un todo, debe plantar nuevas semillas mediante un flujo expansivo de estudiantes entrando en programas relacionados con la ingeniería y con la tecnología de la información.

En Penang la industria y el Gobierno del Estado tienen una historia de colaboración sensible en formación de habilidades técnicas; cada año el Penang Skills Development Center ofrece cursos a más de 8,000 estudiantes. La colaboración ha contribuido a la orientación de currículum y a la mejora de habilidades de taller apropiadas para la producción de manufactura de alto volumen.[15] Actualmente, este centro se está adentrando en la tecnología de la información con una serie de proyectos piloto que, si son perfeccionados, pueden hacer una gran contribución para mejorar las capacidades de la TI de la fuerza de trabajo de la manufactura. Una compañía capacitadora para software de Bangalore, India ha sido contratada para enseñar habilidades de programación de computadoras.

¿Por qué falta de un programa similar en el nivel de educación de ingeniería? Enfrentar la escasez de habilidades de manufactura y habilidades técnicas fue la razón de que la industria y el Gobierno del Estado crearan el centro, para expandir las habilidades. No obstante, la principal respuesta es que en todo el mundo, incluso las grandes compañías, carecen del horizonte temporal para dedicarse a la inversión en formación de habilidades para ingenieros o científicos de la computación. Transcurrieron sólo unos meses entre el diseño del concepto, en mayo de 1989, y el inicio de los cursos; en los meses siguientes las compañías fueron disfrutando de los beneficios de los programas de capacitación.

Así, la primera razón para carecer de formación de ingenieros son los plazos: no toma meses, sino años, la capacitación de los ingenieros, ingenieros en software y desarrolladores. La segunda razón es que la calificación de los profesores es mucho más alta. En el caso de las habilidades técnicas y de manufactura, las propias compañías pusieron en funcionamiento programas de capacitación afines y pudieron mejorar rápidamente la calidad de su cuerpo de maestros.

Por consiguiente, atenuar el cuello de botella en la formación de habilidades de ingeniería requiere de maestros calificados. Toma 4 años incrementar

[15] Lim (1997) documenta tanto las áreas de fuerza como las áreas perdidas.

la salida de nuevos ingenieros o científicos en el grado de licenciatura en ciencias, incluso si la oferta de candidatos universitarios calificados está disponible. Incrementar el flujo en 3,000 por año significa 12,000 estudiantes en un programa de cuatro años que, en proporción con los profesores sea 15:1; es decir, 800 profesores adicionales con las calificaciones adecuadas en ciencia e ingeniería.

Dada la escasez de ingenieros y científicos en Penang, encontrar a más de 800 profesores calificados con las capacidades y la experiencia necesarias sería difícil. La principal fuente de candidatos probablemente sea el interior de las ETN y los trabajadores malayos en el extranjero. Atraer profesorado requiere además considerable atención en los asuntos de calidad de vida, pero también en un currículum adecuado que fundamente las fortalezas y oportunidades estratégicas para la electrónica malaya.

Los beneficios de acumular programas de educación universitaria en ingeniería no son solamente la formación de habilidades en ingenieros. El desarrollo de los clusters electrónicos tanto en la Ruta 128 como en el Valle del Silicio involucró, por una parte, el desarrollo simultáneo de departamentos universitarios, institutos de investigación y currícula, y por otra el rápido crecimiento de empresas emprendedoras. Esta dinámica es el ambiente de invernadero que ha nutrido a los tecnoemprendedores (*techno-entrepreneurs*), conductores importantes de las dinámicas de cluster.[16] El reto de las transiciones consiste, pues, en que sin los graduados adecuados, no pueden ser producidos nuevos graduados. No obstante se debe lograrlo; este es el caso en Penang, que requerirá el desarrollo de un plan en el que todos, compañías, universidades, gobiernos regional y nacional, hagan contribuciones sustanciales.

Hay otra gran razón para hacer la inversión. Las habilidades y las escuelas son recursos locales e inmóviles. Los graduados de colegios regionales y escuelas técnicas alrededor del mundo tienden a permanecer en la región.

Hacer frente este reto difícil requerirá construir instituciones que, a su vez, demandarán un gran compromiso de financiación gubernamental, liderazgo político local, y asociación institucional en educación e industria para desarrollar las habilidades indispensables para hacer la transición. La diversidad de incentivos que atrajo a las ETN a Penang fue exitosa, pero no fue apropiada

[16] El mejor modelo para el desarrollo de tecnoemprendedores es Taiwán.

para enfrentar el reto de la transición. Es imprescindible evitar los incentivos que enmascaran los fundamentos económicos, incentivos que de ser retirados, no dejarán atrás actividad económica duradera en la región. La política industrial efectiva está más cerca de las políticas educativas y tecnológicas que de incentivos fiscales.

4 Implicaciones de política industrial

La política industrial, explícita o implícitamente, está anclada en un paradigma de crecimiento económico. El reto de crecimiento para la electrónica de Malasia es adecuar a la región lo que hicieron otras regiones en transición, la manera en que empresas, gobiernos e instituciones educativas invierten y organizan para facilitar la dinámica de cluster, ya que tales sectores son los conductores de empresas emprendedoras. Una aproximación clara al reto consiste en alternar una política industrial con paradigma de crecimiento de capital y trabajo, centrado en el mercado, con una política cuyo paradigma es la expansión en innovación y conocimiento, centrado en las capacidades.

Las implicaciones de la política derivadas de la perspectiva de las capacidades y la innovación enfatizan la interrelación de la organización de los negocios, las capacidades de producción y la formación de habilidades. Esto se explica mejor en los nueve lineamientos siguientes.

1. **Concentrarse en empresas emprendedoras.** Las empresas emprendedoras son las conductoras del crecimiento. Sobresalen entre sus homólogas en el sistema de innovación regional. Son el microcosmos donde tiene lugar el cambio organizacional coordinado en cada una de las tres áreas de la organización de los negocios, capacidades de producción y formación de habilidades. Su desarrollo es la clave del crecimiento orientado por la política industrial. Las empresas emprendedoras conducen la dinámica de cluster, pues presionan para la creación de nuevas empresas y difunden las capacidades de administración de la tecnología.

   Las nuevas empresas emprendedoras pueden tener origen en varias fuentes incluyendo compañías diversificadoras *(diversifying companies)*, subproductos de compañías, laboratorios de investigación, programas de desarrollo de proveedores y subsidiarias de las redes de producción global.

   Las empresas emprendedoras son empresas en crecimiento y colocan apuestas en desarrollos tecnológicos futuros. Muchas fracasan, pero sería injusto juzgarlas o juzgar los éxitos de política industrial en términos de la tasa de empresas sobrevivientes. Desde un punto de vista político, el trabajo de las empresas emprendedoras es mejorar la capacidad del fondo de la ecología industrial regional. Por esta razón, la siguiente generación de nuevas empresas tendrá más recursos para trabajarlos.

2. **Difundir organizaciones de trabajo de alto rendimiento.** Las empresas no pueden aumentar la productividad incrementando las ventajas de tecnología de la información (IT) sin cambios equivalentes en la organización de los negocios. Los sistemas de trabajo de alto rendimiento (HPWS, high productivity working systems) son importantes para la descentralización y la difusión de diseño, y para la aplicación de herramientas de desarrollo de nuevos productos como el diseño asistido por computadoras (CAD).

   La dinámica de cluster es fomentada directa e indirectamente por los HPWS: directamente, en cuanto que las oportunidades para especialización requieren organización de trabajo notoria y flexible, e indirectamente en cuanto que estos sistemas de trabajo están asociados con mayores tasas de creación de nuevas empresas, las cuales a cambio pueden accionar nuevas rondas de dinámicas de cluster.

3. **Fomentar redes abiertas.** Las redes abiertas estimulan las "3 Des": descentralización y difusión del diseño. Las redes abiertas son muy pertinentes para las dinámicas de cluster porque brindan beneficios tales como tecnodiferenciación e integración, combinaciones de nuevas tecnologías, evolución industrial, innovación regional y especialización de la capacidad regional. Las redes son una infraestructura para el modelo de enfoque y redes de negocios, y habilitan la difusión del principio de integración de sistemas.

   La tecnología de la información ha desempeñado un doble papel debido a que permite la integración de sistemas en ambas, organización de los negocios y de la tecnología. El diseño asistido por computadora, mediante la integración de hardware y software, ilustra la importancia que la tecnología de la información puede adquirir en la integración de sistemas. Pero incluso en las industrias 'viejas' la tecnología de la información agiliza el concepto de reconsideración continua del producto *(continuously rethinking product concept)* por medio de la estimulación de cambios en el diseño en materiales y procesos.

   El Internet, que por sí mismo fusiona información y tecnologías de la comunicación, ha asistido el establecimiento de protocolos estándares

de diseño y acentuado, en consecuencia, las redes inter empresas.[17] Las barreras de la arquitectura de tecnología cerrada y la inercia burocrática de las empresas de negocios integradas verticalmente, que son compañías reducidas y enfocadas, pueden ahora integrarse, desintegrarse, y reintegrarse con otras compañías como resultado de los cambios tecnológicos. En ese sentido el cluster de sistema abierto fomenta una dinámica de innovación involucrando integración de sistemas dentro de compañías y estableciendo redes entre compañías.

4. **El espectro de capacidades de producción ofrece criterios para la localización de plantas de producción de la región en el orden de la producción global.** Los criterios son derivados de los tratados y premios de calidad que surgieron entre 1980 y 1999 para comparar procesos de manufactura de carácter mundial *(benchmark)*. (Véase el Cuadro 2.)

Cuadro 2 Espectro de capacidades de producción

Proceso	Características	Países principales en los que se ubica
1. Preflujo, pre-intercambiabilidad	La producción artesanal, por sí misma, no ofrece ninguna base para flujo; cada pieza se ajusta a medidas universales. El reto es desarrollar habilidades de ingeniería de producto.	Jamaica y Honduras.
2. Intercambiabilidad sin flujo	Consiste en ingeniería de producto sin ingeniería de proceso, por consiguiente el bajo inventario cambia y la productividad de capital circulante.	Chipre y Eslovenia en los ochenta.

[17] De hecho, la tecnología de la información es para la economía dirigida por el conocimiento lo mismo que fue la industria de herramienta mecánica para la difusión del principio de intercambiabilidad; lo mismo que la electricidad de la unidad de *drive* fue para la difusión del principio de flujo, que se introdujo en la edad de la producción en masa. En cada caso, un nuevo principio de producción fue asociado con el desarrollo de un nuevo modelo de negocios capaz de alcanzar una ruptura en los estándares de funcionamiento que redefinieron las bases de liderazgo industrial. Como la industria de máquina herramienta y el poder eléctrico fraccionado, la tecnología de la información ha fomentado una aproximación enteramente nueva a la arquitectura de producto, la organización de la producción y el modelo de negocios, que a su vez ha redefinido las fronteras industriales.

Cuadro 2 *Continuación*

Proceso	Características	Países principales en los que se ubica
3. Flujo de producto único	Son las plantas con economías de velocidad para un producto único o una variedad de productos con líneas dedicadas. Los trabajadores no están multiespecializados; tienden a 1 o muchas máquinas homogéneas. El entrenamiento no incluye mejora continua, conversión rápida o habilidades de lectura de anteproyectos.	Producción de electrónica multinacional en Indonesia.
4. Flujo de producto único con mejora continua	Involucra equipos de trabajo *autodirigidos* para solución de problemas. Los programas de entrenamiento comunes involucran Planeación-Ejecución-Revisión-Acción, las 7 herramientas de solución de problema, las 5 "eses" o TQM en taller.	
5. Flujo de producto único con innovación de proceso	El personal incluye técnicos de control de mantenimiento y proceso con habilidades para identificar, arreglar y rediseñar maquinaria y líneas de producción. El análisis de cuello de botella determina las prioridades. Este puede involucrar la reconfiguración de parámetros de diseño de producto en la oficina principal como lo requiere el diseño para manufactura DFM (*desing for manufacturing*).	Singapur a mediados de los ochenta, y ETN de Malasia a principios de los noventa.
6. Flujo multi-producto	El sistema Toyota. Son implementados en plantas grandes los sistemas *Kanban*, JIT y SMED (*Small and medium enterprise development*, desarrollo de pequeña y mediana empresa) La alta producción y la flexibilidad son combinadas, así como la producción celular con equipos de trabajo autodirigidos.	
7. Flujo multi-producto y desarrollo de producto	Las habilidades incluyen ingeniería inversa, desarrollo de prototipos y aplicación de los productos piloto.	Tanto Japón como Taiwán despuntan en ingeniería concurrente y diseño para la *manufacturabilidad*.

(Continúa)

Cuadro 2 *Continuación*

Proceso	Características	Países principales en los que se ubica
8. Diseño de producto nuevo e integración de la tecnología	Toshiba y Canon son líderes en vincular el desarrollo con operaciones en planta, así como en asociar investigación en tecnología con desarrollo de producto. Las tecnologías esenciales son desarrolladas frecuentemente vía fusión en laboratorios de tecnología genérica. La administración de tecnología involucra la utilización de la base de tecnología existente en todo el mundo, en pos de conseguir aplicaciones novedosas. Incluye también la administración de demanda de tecnología.	Fabricantes de chips de Taiwán y los ASIC. Las industrias de moda de la tercera Italia emplean a industrias basadas en manualidades.
9. Flujo de producto nuevo e investigación fundamental	3M, HP y Motorola han desarrollado nuevas formas de funcionamiento en red para identificar nuevos controladores de tecnología para desarrollo de producto. Se busca la innovación radical pero dentro de un contexto organizacional de integración de proceso. Las empresas de aprendizaje potencian a los trabajadores con conocimiento y educación en todos los niveles. Motorola tiene 7 fases en desarrollo autodirigido de equipo.	
10. Concepto de nuevo producto y flujo de proyecto	El cambio organizacional fluido. Los modelos incluyen distritos, como en los casos de Termo-electrón y HP, para quienes la computadora personal puede ser desarrollada solamente en el Valle del Silicio. El resurgimiento de la Ruta 128 está basado en la integración de sistema incluyendo hardware y software. La ingeniería de software es característica de este modelo. La integración de procesos alcanza el concepto de producto.	

El espectro de capacidades de producción permite identificar los retos de producción específicos, para luego fomentar una productividad de la región en cualquier punto en el tiempo. Estos retos pueden concentrar iniciativas de política industrial. No obstante, las iniciativas exitosas deben afrontar los retos con metodologías de cambio organizacional que trabajen en el nivel de empresa dentro del contexto de regiones específicas. Una serie de metodologías de cambio organizacional ha sido desarrollada en años recientes.

La metodología de las 20 claves de Iwao Kobayashi (1988) es un ejemplo destacado. Ese esquema de trabajo provee criterios para caracterizar una planta en relación con competidores internacionales. El sistema de clasificación identifica cinco niveles de funcionamiento para cada una de las 20 características organizacionales de una empresa.[18] Es un sistema para autoevaluación que puede ser aplicado por la fuerza de trabajo siguiendo un breve programa de entrenamiento; en ese sentido, la metodología de cambio organizacional está basada en que los principios requeridos para ejecutar el nuevo sistema de trabajo estén involucrados en diseño y desarrollo de las nuevas prácticas. Los cinco niveles de cada clave ofrecen criterios que pueden ser metas operacionales para guiar planes de acción de mejora productiva y para evaluar el desempeño de la fuerza de trabajo.

5. **Desarrollo y difusión de las capacidades de administración de la tecnología.** Las discusiones sobre administración de la tecnología están dispersas en documentos de estrategia industrial alrededor del mundo. A pesar de todo, la administración de la tecnología es una herramienta poderosa en ámbitos empresariales y gubernamentales para conducir el crecimiento.

   Desde hace más de 20 años el mundo ha estado construyendo un enorme bagaje de tecnología que está en continua renovación. Sus fuentes son, en su mayoría, informaciones públicas escritas en aplicaciones de patente, artículos de revistas especializadas y empotradas en productos.

   Las economías de Asia Oriental que han alcanzado altas tasas de crecimiento tienen un importante desarrollo de empresas industriales con la capacidad para desarrollar nuevos productos y procesos basados en refinación, fusión y adelanto en general de tecnologías ya conocidas.

[18] El autor y un grupo de colegas han introducido el programa de 20 claves de Kobayashi para autoevaluación y transición de producción en grupos de compañías en Eslovenia, Jamaica, Honduras y Moldavia.

6. **Asociarse con inversión interna para incrementar capacidades.** La inversión interna puede ser evaluada en términos de avances en organización de negocios, capacidades de producción y formación de habilidades. El propósito de la inversión extranjera directa no es incrementar el empleo y la inversión interna, sino fomentar la dinámica de crecimiento regional. Ejemplos son Intel y Motorola.

   Las ramas malayas de cada una de estas ETN están ligadas en redes de producción global (GPN). Las GPN son inherentemente contradictorias: los centros de operación buscan competir en mercados dominados por el rápido desarrollo de nuevos productos y las estrategias de innovación. Esto demanda sistemas de producción y la integración de investigación aplicada y producción, y en casos como Intel y Motorola, también la integración de investigación desarrolladora con investigación aplicada y producción. En ambos casos las ramas locales han mejorado su diseño y capacidades de ingeniería, las cuales han aplicado en el impulso de actividades de mayor valor agregado. Para hacerlo, la región debe desarrollar los procesos de formación de habilidades que complementen el desarrollo de capacidades de las empresas.

7. **Fomentar transferencia de tecnología y mejoramiento de habilidades.** Las ideas son la materia prima de los procesos de innovación; ambos factores están ligados a la infraestructura de formación de habilidades. La formación de habilidades es un proceso de largo plazo, incluye subprocesos formales e informales incrustados en relaciones de asociación entre escuelas, empresas, gobierno y la organización política. Nutrir estas relaciones es tan básico para el proceso de formación de habilidades, como invertir en la infraestructura física lo es para la administración de la cadena de proveeduría en el proceso de manufactura.

   Muchas de las grandes compañías estadounidenses y japonesas invierten continuamente en el desarrollo de habilidades de taller. De hecho, en Penang destaca el "colegio invisible" de formación de habilidades de la compañía. Una auditoría de la cantidad y calidad de los graduados del "colegio invisible" de estos programas puede registrar un numeroso activo regional de "capital social" (Lim, 1998, ofrece un punto de partida para una encuesta de habilidades). Estas habilidades representan un importante activo regional que ha sido acumulado durante 25 años.

   Las ETN con subsidiarias localizadas en Penang frecuentemente tienen programas de alcance mundial y procesos localizados en otras regiones, los cuales que pueden ser comparados y aplicados en el estado malayo.

De hecho, es frecuente encontrar embriones de tales programas en la subsidiaria. Un ejemplo es el programa de desarrollo de proveedor de Motorola de Estados Unidos. BCM, una compañía de propietarios locales, introdujo un arreglo de transferencia de tecnología de cinco años involucrando dos actividades complementarias: conocimiento de sistemas de manufactura y conocimiento de ingeniería. La transferencia de conocimiento de manufactura involucra la siguiente secuencia:

- Manufactura de sistema intermediario de productos accesorios (1993-1994)
- Construcción de interfaz de usuario de productos accesorios (transferencia de tecnología de montura de la superficie, transferencia de habilidades; 1995)
- Obtención de materiales, administración de almacenamiento y depósito (planeación, compra, interfaz de vendedor, *minibank;* 1996)
- Administración de programa informático comercial *(turnkey)* (utilización de materiales, obtención de materiales; 1997)

El conocimiento de ingeniería pasa por la siguiente secuencia:

- Ingeniería de calidad de materiales (análisis de fallas, desarrollo de vendedor, caracterización de proceso de vendedor; 1996)
- Ingeniería de proceso inverso (caracterización de proceso interno, análisis causa-raíz y diseño de experimentos, métodos de control de proceso estático, mejora de producto, *prototyping*, manufactura piloto; 1997)
- Investigación y obtención de desarrollo (sistemas de teléfono, tecnologías de frecuencia de radio; 1998)

Las ventas de BCM han aumentado más del doble todos los años y el recuento ha crecido de 120,000,000 de dólares en 1994 a 1,500,000,000 de dólares en 2000. Por el mismo periodo sus capacidades técnicas han avanzado cada año en línea con un plan de desarrollo de tecnología.[19]

[19] Desde hacer el ensamble manual de conectores de cable y clips de cinturón en 1994, el patrón de crecimiento de la capacidad técnica de BCM ha progresado a un mayor campo, a una tecnología de soporte de superficie de campo fino, desde RF básico a VHF/UHFRF digital y análogo, para la integración de sistemas.

8. **Institucionalizar el proceso de formación de habilidades del 'colegio invisible'.** Mientras que las agencias conducidas por misión aplican a muchas arenas, la formación de habilidades es particularmente relevante para el crecimiento rápido.

El Gobierno del Estado de Penang y la Penang Development Corporation se asociaron con la industria, particularmente con las ETN, para establecer la primera institución de entrenamiento industrial en Malasia.[20] En un seminario organizado por el American Business Council en septiembre de 1987, el problema de la escasez de mano de obra experta fue destacado; en el proceso de una serie de reuniones con CEO de ETN fue desarrollado el concepto de un centro de entrenamiento técnico en Penang. En abril de 1989, el concepto del Penang Skills Development Centre se convirtió en una realidad con la elección de un Consejo de Administración que, a su vez, recogió el donativo de 24 compañías que se convirtieron en Miembros Fundadores. La misión del PSDC es:

Ser un recurso para la promoción del aprendizaje compartido para las industrias manufactureras y de servicio mediante el suministro de iniciativas HRD con iniciativa para soporte estratégico y fortalecimiento ante los requerimientos de negocios (PSDC, 1998: 3).

Nueve años después de su apertura el PSDC tenía 81 compañías miembros empleando a más de 75,000 trabajadores (PSDC, 1998: 1). El Consejo de Administración está integrado por 21 miembros: 11 electos, 4 nombrados y 6 en virtud del cargo, representando la industria, gobierno e instituciones educativas. Todas las compañías tienen derecho a enviar a miembros al Comité de Entrenamiento, que está dividido en dos subcomités que "...identifican y recomiendan trabajo de cursos dentro de una sección específica (mejora del empleo y ascenso) del programa de entrenamiento en su conjunto".

Los subcomités de entrenamiento son foros para definir necesidades de entrenamiento; supervisan un análisis de necesidades de entrenamiento anual, preparan el calendario de entrenamiento correspondiente, obtienen cuotas y evalúan la efectividad de los cursos, alientan la repartición de los recursos entre compañías miembros a través del PSDC, y asisten al Director Ejecutivo en proyectos de financiamiento.

[20] La información de esta sección está basada en publicaciones del Penang Skills Development Centre y en una entrevista con su director ejecutivo Boonler Somchit.

La participación de la industria en la estructura administrativa del PSDC ha fomentado un equilibrio entre la demanda de habilidades y la oferta. Virtualmente ubicado en la misma región de las compañías miembros, es muy fácil acceder al PSDC: cerca de 40,000 personas han sido enroladas en cursos que han aumentado de 32 (en 1989-1990) a 495 (en 1997-1998) (PSDC: 11).

9. **Integrar administración de tecnología, creación de nuevas empresas y políticas regionales de formación de habilidades.** Los elementos del programa de desarrollo de proveedor de Motorola y BMC son introducidos y difundidos en el Penang Skills Development Center. En este sentido, las habilidades que requieren las empresas emprendedoras pueden ser incluidas en el desarrollo del currículum de educación.

Un rasgo característico de la Penang Development Corporation (PDC) es la integración de la formación de habilidades, el avance tecnológico y las políticas de creación de nuevas empresas. Las tres regiones electrónicas malayas tienen en su conjunto centros de desarrollo de habilidades, pero sólo Penang posee un centro de desarrollo de habilidades que está coordinado con las actividades de desarrollo de tecnología de empresas emprendedoras y con los procesos de creación de nuevas empresas.

Bajo el auspicio de la Penang Development Corporation, el Penang Skills Developments Centre ha desempeñado un papel integrador de la educación visible e invisible, ha expandido la oferta de trabajadores técnicamente entrenados en sincronía con el desarrollo de capacidades de administración de la tecnología de las empresas regionales. Ha contribuido al crecimiento de la región puesto que la administración de la tecnología y la formación de habilidades son lados opuestos de la misma moneda.

Pero el programa de desarrollo de habilidades en Penang ha tenido un impacto propulsor en el crecimiento debido al proceso de creación de nuevas empresas, promovido durante mucho tiempo por la PDC. Aunque las tres regiones electrónicas de Malasia tienen unidades de producción integradas a las redes de producción globales de propiedad extranjera, en la mayoría de los casos la construcción de habilidades y capacidades locales permanecen contenidas dentro de las ETN. El éxito de Penang ha sido transformar tales habilidades y capacidades en insumos para el proceso de creación de nuevas empresas. Este es el punto de partida para una dinámica de cluster, interna u horizontal, para la región.

Índice de referencias

Balasubramanyam, V. N. y Balasubramanyam A. (2000) "The software cluster in Bangalore" en John Dunning (ed.), *Regions, Globalization and the Knowledge-Based Economy*, Oxford, Oxford University Press: 349-363

Bartlett, Christopher A. y Sumantra Ghoshal, (1989) *Managing Across Borders: The Transnational Solution*, Boston Harvard Business School Press

Bell, Martin-Michael Hobday con aportaciones de Paramjit Singh, Samion Hj Abdullah y Norlela Ariffin (1995) "Aiming for 2020: a demand-driven perspective on industrial technology policy in Malaysia" en *Technology Development for Innovation: Towards Malaysia's Vision 2020*, Kuala Lumpur, World Bank/UNDP Report

Best, M. (1990) *The New Competition*, Cambridge, MA, Harvard University Press

Best, M. (1997a) "Electronics expansion in Malaysia: the challenge of a stalled industrial expansion", *IKMAS Working Papers*, núm. 11, Malasia, Institute of Malaysian and International Studies - Universiti Kebangsaan

Best, M. (1997b) "National systems of technology management: lessons from East Asia", inédito

Best, M. (1997c) "East Asian production systems and technology policy", inédito

Best, M. (1998) "Production principles, organizational capabilities and technology management" en Michie, J.,-J. Grieve-Smith, (eds.), *Globalization, Growth, and Governance*, Oxford, Oxford University Press: 3-29

Best, M. (2001) *The New Competitive Advantage: the Renewal of American Industry*, Oxford, Oxford University Press

Campos, José Edgardo y Hilton L. Root (1996) *The Key to the Asian Miracle*, Washington DC, Brookings

Chia, Siow Yue (2000) "Singapore: destination for multinationals" en John Dunning (ed.) *Regions, Globalization and the Knowledge Based Economy*, Oxford, Oxford University Press

Dahlman, Carl (1993) "Electronics development strategy: the role of government" en Wellenius, Bjorn-Arnold Miller-Carl J. Dahlman, *Developing the Electronics Industry*, Washington DC, World Bank

DCT Consultancy Services (1998) *Personal computer material chain, figures 1-6*, Penang DCT Consultancy Services

Dolven, Ben (1998) "Taiwan's Trump", *Far Eastern Economic Review*, 6 de agosto: 12-16

Enright, M. y E. Scott,-D. Dodwell (1997) *The Hong Kong Advantage*, Hong Kong, Oxford University Press

EPU. Economic Plan Unit (1996) *Seventh Malaysian Plan 1996-2000*, Kuala Lumpur, Economic Planning Unit - Prime Minister's Department

EPU. Economic Plan Unit (1998) *The Malaysian Economy in Figures 1998*, Kuala Lumpur, Economic Planning Unit, Prime Minister's Department

Grove, Andrew (1996) *Only the Paranoid Survive*, Nueva York, Doubleday

Hobday, Michael (1995) "East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics", *World Development*, v. 23, núm. 7: 1171-1193

Hiroshi Itagaki (ed.) (1997) *The Japanese Production System: Hybrid Factories in East Asia*, Londres, MacMillan

JHRA. Japan Human Relations Association (1992) *Laizen Teian 1*, Cambridge, MA, Japan Human Relations Association, Productivity Press

Kimmel, Cary (1993) "Trends in worldwide sourcing in the electronics industry" en Wellenius, B.-A. Miller-C. Dahlman (eds.), *Developing the Electronics Industry: A World Bank Symposium*, Washington DC, World Bank

Kobayashi, Iwao (1988). *Twenty Keys to Workplace Improvement*, Portland, Productivity Press

Koh Tsu Koon (1995) "The Penang strategic development plan" en Koh Tsu Koon (ed.), *Penang into the 21st Century: Outlook and Strategies of Malaysia's Growth Centre*, Petaling Jaya, Malasia, Pelanduk Publications

Kostoff, Ronald N. (1994) "Successful innovation: lessons from the literature", *Research - Technology Management*, marzo - abril: 60-61

Lim, Kah Hooi (1997) "Paper on competitiveness of the electronics industry in Malaysia", Penang, ESP Management Consultants

Lim, Kah Hooi (1998) "Productivity enhancement and human resource development", inédito

Lim, P. (1991) *From Ashes Rebuilt to Manufacturing Excellence*, Petaling Jaya, Malasia, Pelanduk Publications

Magaziner, I. y M. Patinkin, (1989) *The Silent War: Inside the Global Business Battles Shaping America's Future*, Nueva York, Random House

Manchester, Philip (1998) "Scarcity of IT people with business minds', *Financial Times*, 5 de noviembre: xii

MITI. Ministry of International Trade and Industry (1996) *Second Industrial Master Plan 1996-2005*, Kuala Lumpur, Ministry of International Trade and Industry

MTC (1997) *Index of the Massachusetts Innovation Economy*, Westborough, MA, Massachusetts Technology Collaborative

Narayanan, Suresh (1997) "Technology absorption and diffusion among local supporting firms in the electronics sector", *IKMAS Working Papers*, núm. 9, Institute of Malaysian and International Studies - Universiti Kebangsaan Malasia

Ngoh, C.L. (1994) *Motorola Globalization: The Penang Journey*, Kuala Lumpur, Lee y Sons

PDC. Penang Development Corporation (1994) *Penang Development Corporation: 1969-1994*, Penang Development Corporation

PSDC. Penang Skills Development Centre (1998) *Penang Skills Development Centre Update*, junio

Pang Eng Fong (1995) "Foreign direct investment and technology transfer in the Malaysian electronics industry" en Nomura Research Institute-Institute of Southeast Asian Studies, *The New Wave of Foreign Direct Investment in Asia*, Singapur, Institute of Southeast Asian Studies

Penrose, E. (1959) *The Theory of the Growth of the Firm*, edición revisada, 1995, Oxford, Oxford University Press

Rasiah, R. (1994) "Flexible production systems and local machine tool subcontracting: electronics component transnationals", *Cambridge Journal of Economics*, v. 18, núm. 3: 279-298

Rasiah, R. (1995) *Foreign Capital and Industrialization in Malaysia*, Nueva York, St. Martin's Press

Rasiah, R. (1998a) "Policy recommendations: flexible and demand-driven", inédito

Rasiah, R. (1998b) "From backyard workshop to high precision machine tool factory: Eng Hardware", inédito

Rasiah, R. (2001) "Politics, institutions and flexibility: microelectronics transnationals and machine tool linlages in Malaysia" en Richard Doner-Frederic Deyo-Hershberg E. (eds.), *Economic Gobernance and the challenge of flexibility in East Asia*, Boston, Rowman & Littlefield Publishers Inc.: 165-190

Richardson, G. B. (1993) "The organization of industry", *Economic Journal*, núm. 82: 883-96.

Robinson, Alan y Dean Schroeder (1993) "Training, Continuous Improvement, and Human Relations: The U.S. TWI Programs and the Japanese Management Style", *California Management Review*, v. 35, núm. 2, invierno: 35-57

Rosegrant, Susan y Lampe, David R. 1992. *Route 128: Lessons from Boston's High-Tech Community*, Basic Books, New York

Saxenian, AnnaLee (1994) *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge, Harvard University Press

Shapira, Philip (1998) "Manufacturing extension: performance, challenges, and policy issues" en Branscomb, Lewis-James Keller (eds.), *Investing in Innovation*, MIT Press: 250-275

Singh, A. (1995) "How Did East Asia Grow so Fast?", Ginebra, UNCTAD, núm. 97, febrero

Singh, Ajit y Ann, Zammit, (1998) "Foreign direct investment: towards co-operative institutional arrangements between the north and the south" en Michie, J.-Grieve-Smith, J. (eds.), *Globalization, Growth, and Governance*, Oxford, Oxford University Press: 30-49

Sin-Ming Shaw (1997) "Is Singapore's future in Malaysia?", *Asia, Inc.*, marzo: 64

SISIR. Singapore Institute for Standards and Industrial Research (1992) *Technology Adoption by Small and Medium-sized Enterprises in Singapore*, Singapore Institute for Standards and Industrial Research - Saskatchewan Research Council - University of Saskatchewan

Tang, H. K. (1996) "Hollowing-out or international division of labour? Perspective from the consumer electronics industry and Singapore", *International Journal of Technology Management*, v. 12, núm. 2: 231-241

Teh, A. (1989) "Ancillary firms serving the electronics industry: the case of Penang" en Suresh Narayanan *et al.* (eds.) *Changing Dimensions of the Electronics Industry in Malaysia: The 1980s and Beyond*, Penang, Malaysian Economic Research Association - Malaysian Institute of Economic Research: 96-103

UNDP (1998) *A Study of the Manpower Requirements to Support the Application and Diffusion of IT in Malaysia: Interim Report*, Kuala Lumpur, 10 de septiembre

Wade, Robert (1990) *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*, Princeton, Nueva Jersey, Princeton University Press

World Bank-UNDP (1995) *Technology Development for Innovation: Towards Malaysia's Vision 2020*, Kuala Lumpur

5

Manufactura electrónica por contrato: producción global y la división internacional del trabajo en la era de Internet

Boy Lüthje

INTRODUCCIÓN

El papel de las tecnologías de la información en las redes de producción de países en desarrollo no puede ser evaluado sin un análisis de los cambios profundos en la estructura productiva del capitalismo global. En contraste con la percepción general de la "economía informacional" (Carnoy *et al.*, 1993; Castells 1996), basada en los servicios o en la ciencia, debe enfatizarse que en la "nueva economía" la manufactura continúa importando (Cohen-Zysman, 1987).

En el caso de la industria electrónica, un nuevo modelo de manufactura subcontratada ha emergido como una pieza central de las redes de producción globalizadas: la manufactura por contrato (*contract manufacturing*, CM por sus siglas en inglés) o los servicios de manufactura electrónica (*electronics manufacturing services*, EMS por sus siglas en inglés). Esta forma de producción en masa basada en redes se encuentra vinculada estrechamente con el surgimiento del modelo "Wintelista" (Borrus-Zysman, 1997) de competencia y con el auge de compañías de diseño de productos de "cajas blancas" (*fabless*) en sectores clave de la industria de tecnologías de la información (TI).

Mi análisis de la manufactura electrónica por contrato explora tres grupos de temas interrelacionados:

- Los patrones de especialización vertical y globalización en la industria de TI, tales como las relacionadas con las nuevas estructuras de la industria y con la arquitectura cambiante de redes de TI;

- la transformación de corporaciones multinacionales tradicionales en líderes de red global (*global network flagships*) (Ernst, 2001) que desarrollan redes transnacionales y regionales de producción con estratos jerárquicos de los participantes; y
- el posible impacto de la manufactura por contrato sobre la difusión internacional del conocimiento y la formación de capacidades locales, como resultado de la relación compleja entre la centralización global y las prácticas manufactureras nacionales, regionales y locales divergentes en la nueva industria.

Teóricamente, el análisis está basado en el supuesto de que las nuevas tecnologías de la información, en este caso, Internet *per se,* no es el conductor para los cambios en la estructura de la industria. Tal determinismo tecnológico ha sido criticado eficientemente en debates recientes sobre desarrollo tecnológico e innovación por Dosi (1982) y Boyer *et al.,* (1988); de acuerdo con estos autores, la tecnología es concebida desarrollándose y reproduciéndose en el contexto de instituciones sociales, a través de estrategias corporativas, regulaciones de mercado, intervenciones del gobierno y sistemas corporativos, regionales o nacionales de relaciones laborales (Esser *et al.,* 1997; siguiendo a Noble, 1984).

Desde esta perspectiva, los cambios seminales en la infraestructura de datos y de telecomunicaciones asociados con Internet pueden ser entendidos como elemento importante de la prolongada crisis del modelo fordista de producción en masa (Aglietta, 1979; Coriat, 1979), prevaleciente desde mediados de los años setenta. La tendencia hacia las arquitecturas de redes y flujos de comunicaciones radicalmente descentralizados (Bar, 1990) reflejan la erosión de la forma histórica de producción en masa, centrada en la corporación verticalmente integrada como lo analiza Chandler (1962), y también el desgaste de las estrategias neofordistas de reconstrucción de las corporaciones integradas verticalmente bajo el modelo "japonés" de producción esbelta (*lean production*) alguna vez de moda. La inestabilidad, las rupturas y los cambios recurrentes en el desarrollo de nuevas tecnologías de la información, así como también de las recesiones destructivas en los sectores clave de la "nueva economía", indican la inestabilidad de los regímenes posfordistas de acumulación y regulación (Lüthje, 2001).

Esta discusión puede vincularse con debates recientes sobre la cambiante estructura espacial de la manufactura y el aprendizaje tecnológico. Storper y

Walker (1989) han mostrado que el agrupamiento espacial es un elemento estructural de la división social del trabajo en las economías capitalistas, reflejo de las formaciones históricas del desarrollo capitalista. "El aprendizaje tecnológico colectivo" (Saxenian, 1994: 9) es una función central de la aglomeración industrial; sin embargo, poca importancia se ha dado al hecho de que pueden surgir *diferentes trayectorias de aprendizaje tecnológico,* dependiendo de la posición de los distritos o regiones particulares dentro de la división internacional del trabajo en las redes de la producción de las respectivas industrias. Más aún *la especialización vertical puede reforzar estas diferencias* conforme nuevos modelos de producción "fabless" que apoyan el desacoplamiento de la innovación de productos provenientes de la manufactura.

El siguiente análisis de la manufactura electrónica por contrato como un nuevo tipo posfordista de producción en masa es desarrollado antes de este antecedente conceptual. Nuestra discusión está basada en investigación empírica reciente, comparando el desarrollo de la industria de manufactura por contrato en el sur y occidente de Estados Unidos, en Alemania oriental y occidental (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002). Desde este punto de vista, analizamos el impacto de la industria de CM en la división internacional del trabajo y en la formación de conocimiento en países de industrialización reciente, un problema examinado más cercanamente en un proyecto de investigación sobre redes de CM en Europa del Este y el Sudeste de Asia, en marcha en el Instituto de Investigación Social de Frankfurt.

En este documento, primero resumiremos el concepto y la estructura de la manufactura por contrato de TI. Segundo, discutiremos sobre la importancia de la manufactura por contrato para las redes de la producción de la industria de TI, con especial énfasis en la relación entre las compañías líderes y sus socios de manufactura. En un tercer paso, esbozaremos el impacto de la manufactura por contrato en la organización del trabajo y discutiremos el problema de las condiciones, prácticas y culturas divergentes de la manufactura en sistemas transnacionales de producción. Desde esta perspectiva, miraremos en cuarto lugar a la emergente división internacional del trabajo en la manufactura por contrato y el papel de los sitios de producción de bajo costo en tal escenario. Nuestra disertación sobre las compañías de CM como "constructoras de redes" transnacionales nos llevará finalmente a algunas observaciones sobre el papel de Internet en las redes de producción de CM en los países en desarrollo.

1 Manufactura por contrato en la industria de TI Wintelista

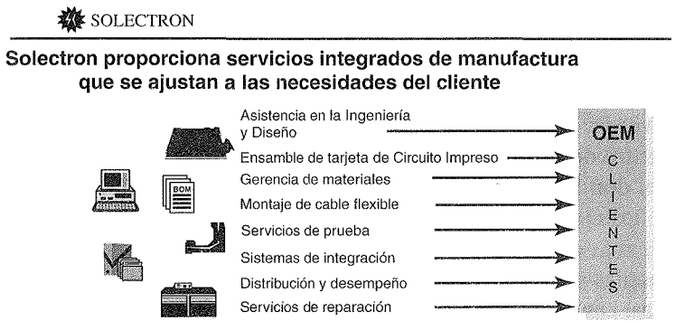
La manufactura por contrato es uno de los segmentos de más rápido desarrollo en la industria de TI. Las tasas de crecimiento promedian actualmente entre 20 y 25% por año. De acuerdo con los asesores de pronóstico de tecnología de la industria, el volumen global del mercado en el año 2000 fue de 88,000,000,000 de dólares. Los actores principales de la industria, la mayoría de ellos pequeñas compañías antiguas de subensamble, difícilmente eran conocidas hace una década; hoy, la empresa más grande tiene ingresos anuales de 20,000,000,000 de dólares. La concentración del mercado está sucediendo rápidamente con cinco compañías de origen norteamericano (Solectron, Flextronics, SCI, Celestica y Jabil Circuits) como los actores dominantes. Los nombres de estas empresas son desconocidos incluso para muchos *insiders*, pues los proveedores de CM no fijan su marca dentro de ningún producto. El *Nueva York Times*, por lo tanto, llama a la industria de servicios de manufactura de electrónicos (Electronic Manufacturing Services, EMS por sus siglas en inglés) un sistema de *stealth manufacturing* (manufactura cautelosa) (para una historia detallada de la industria véase Sturgeon, 1999).

Una definición exacta del término de manufactura por contrato no es fácil. Los consultores ya mencionados caracterizan a un fabricante por contrato como:

> una compañía independiente que ensambla equipo electrónico, a nombre de un cliente del OEM, en el cual el diseño y la marca pertenece al OEM (...) Aunque la fabricación y ensamblaje mecánico puede constituir parte de los servicios proporcionados por la CM, la base del servicio es el ensamblaje electrónico. También excluimos de esta definición subsistemas o componentes manufactureros, tales como suministros de electricidad, placa madre, ensamblaje de cables y arneses, y componentes pasivos y activos. (Citado con el permiso de los materiales de la base de datos).

La manufactura por contrato integra una amplia gama de funciones productivas alrededor del ensamblaje de tarjetas de circuito y hardware, así como también ingeniería del producto al nivel de la tarjeta y los sistemas, diseño del componente, ingeniería de procesos, adquisición de las piezas, cumplimiento del producto, logística y distribución, y los servicios después de la venta, como los servicios de la reparación o a veces de instalación (véase el Gráfico 1).

Gráfico 1 Servicios Integrados de Manufactura de Solectron



Desde el punto de vista del proceso de trabajo, estas funciones pueden ser agrupadas a lo largo del diseño y ensamblaje de tarjetas de circuitos impresos y de los componentes relacionados, del ensamblaje final de sistemas y del trabajo de logística e inventario relacionado (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002). Los fabricantes por contrato están sirviendo a una variedad creciente de mercados de productos que se extienden de las computadoras personales (PC), los servidores (el enfoque inicial) y los *routers* de internet, a equipo de comunicaciones (especialmente teléfonos móviles), productos de consumo, juegos de computadora, televisores, electrónica industrial y de automóviles, así como a electrónica espacial y aeronáutica.

La variedad de servicios y productos de manufactura distingue a los fabricantes por contrato de los subcontratistas tradicionales en las industrias de la electrónica. Mientras que tales *board stuffers* realizan procesos de ensamblaje intensivos en trabajo estrictamente controlado por los fabricantes de equipo original (OEM por sus siglas en inglés), las compañías de CM tienen el pleno potencial para desarrollar y manejar los procesos de producción complejos, a menudo de alcance internacional (Sturgeon, 1999).

La manufactura por contrato es, además, diferente, de arreglos más sofisticados de suministro en la industria de TI, particularmente de los fabricantes de diseño original *(Original Design Manufacturing,* ODM por sus siglas en inglés). Contrariamente a las manufacturas por contrato, las compañías ODM poseen el diseño del producto que es ofrecido a las OEM y lo venden bajo la marca de la empresa (*brand name*); un caso típico es el de los monitores de

computadora o el de las computadoras portátiles proveídas por los fabricantes taiwaneses a las compañías líderes como HP, Compaq o Dell.

Una descripción simple de la posición de la manufactura por contrato en las cadenas de producción de la industria de TI ha sido señalada por Koichi Nishimura, el CEO de la CM líder del mercado mundial Solectron, conocido en la industria como "Dr. Ko":

> "La cadena de proveeduría de la que vamos a ser parte es un segmento basado en el tiempo del centro de compras. La gente quiere: lo que ellos quieren, cuando ellos lo quieren, donde ellos lo quieren; más barato, más rápido, mejor(...) Al mismo tiempo, los ciclos de los productos en la cadena de oferta se están volviendo cada vez más cortos. Cuando usted pone estos dos fenómenos juntos, muchas compañías se ven forzadas a subcontratar. Sólo pueden centrarse en demasiadas cosas. Las compañías más sofisticadas trabajan en la creación de riqueza y de demanda. Y dejan a alguien más hacer todo mientras tanto. (Austin American Statesman, Octubre 19, 1998)

La definición de Ko parece particularmente elegante, puesto que relaciona la manufactura por contrato con las nuevas formas de especialización vertical en la industria de TI. Lo que se ha percibido extensamente como la descentralización de las tecnologías de la información puede también interpretarse como la aparición de una nueva estructura industrial entera, caracterizada por la generalización de la desintegración vertical y de la formación de estándares (*commodities o commodified*) de una creciente serie de productos y sistemas, siendo ofrecidos previamente como parte de sistemas de computadoras y de comunicaciones más grandes (Ernst y O' Connor, 1992). Conducido por el crecimiento y la crisis de las ganancias en segmentos más viejos de la industria de TI, particularmente en las supercomputadoras (*mainframe computers*), la recomposición del capital ha asumido la forma de una creación continua de nuevos segmentos de la industria interrelacionados con normas de producción y tecnología relativamente autónomas (Lüthje, 2001).

Las siglas para el duopolio dominante en la industria de la PC, Wintelismo (*Wintelism*), se han convertido en un concepto analítico para las formas genéricas de organización corporativa y el control de mercado en la industria de la computadora verticalmente especializada (Borrus y Zysman, 1997; Borrus, 2000). Los actores principales se están centrando en la ingeniería y el diseño de productos clave (*key-products*) para segmentos de mercado altamente especializados. Su misión es la definición de los mercados de producto nuevo a través del desarrollo de tecnologías de cambio radical y de su comercialización rápida, creando así control y economías de escala en los respectivos segmentos

de mercado. Este desarrollo está representado en la revolución de la PC de los años ochenta, durante la cual los productores mercantiles como Apple o Compaq, junto con Intel y Microsoft en el campo del microprocesador y del software, se convirtieron en fuerzas globales de la industria; así lo evidencia también la aparición subsecuente de la industria del equipo de sistema de redes (*networking*) conducida por Cisco (Lüthje, 2001).

Un elemento más significativo de este cambio es descrito por el hecho de que una serie creciente de OEM integrada verticalmente ha estado aceptando las reglas del *Wintelismo*. En IBM, por ejemplo, modelos de negocio verticalmente especializados fueron adoptados en la PC y en la división del almacenaje en la segunda mitad de los años noventa. Otras compañías verticalmente integradas de Estados Unidos han seguido por el giro central del negocio como compañías totalmente autónomas, entre ellas AT&T en el caso de Lucent o HP con Agilent. Más recientemente, grandes compañías europeas de electrónica han cambiado a especialización vertical. Ericsson y Nokia estuvieron a la vanguardia, seguidas por Siemens y recientemente Alcatel. En Siemens, el actor más grande en el campo europeo, el cambio hacia el contrato manufacturero inició con el teléfono móvil y la unidad de computación ICM (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).

Con respecto a la manufactura por contrato, cuatro "estilos" en este escenario son de importancia:

- La cadena de valor alguna vez fuertemente integrada ha sido estandarizada (*commodified*); *i.e.,* la mayoría de los productos de la TI son *commodities* complejas, ensambladas por partes comerciales y componentes suministrados por varios segmentos de la industria. El control del ciclo del tiempo (*time-cycle*) de nuevas tecnologías y productos ha llegado a ser el principal problema de la organización de la manufactura en la industria.
- Como el control del mercado ha cambiado radicalmente de ensambladores hacia compañías de definición de producto (Borrus y Zysman, 1997), la innovación del producto está cada vez más desacoplada de la manufactura. Como se discutirá más adelante, esto tiene también implicaciones importantes para la división internacional del trabajo y los patrones de difusión de conocimiento internacional asociados con la manufactura por contrato.
- En contraste con los modelos de industria fordista y toyotista, no hay "corporaciones focales" (Sauer y Volker, 1994) que coordinen la cadena

de valor a través de sus propias operaciones de manufactura. La "pirámide de proveeduría" gobernada por ensambladores finales de gran escala (como en la industria del automóvil o de la televisión) es remplazada por redes de segmentos interactivos de la industria. La jerarquía se define por la habilidad de los líderes para controlar el desarrollo de la tecnología en los segmentos clave del mercado.

- La aceleración de la tecnología y el desarrollo de producto han producido una enorme inestabilidad en la cadena de valor. El rápido crecimiento de mercados de productos nuevos acompañado por ciclos de estilo antiguos de sobreproducción y capacidades excedentes, han generado el actual desplome de la industria de alta tecnología.

2 Las redes de producción y la creciente variedad de las relaciones de subcontratación

El Wintelismo como un modo de competencia y de control del mercado, y la manufactura por contrato como una forma de manufactura, son altamente complementarias. Como señala Sturgeon (1999), el nacimiento de la industria de CM está marcada por la entrada de IBM dentro del mercado de la PC en el año de 1981. Por primera vez en su historia, IBM no sólo originó los componentes clave, el microprocesador y el sistema operativo, de dos proveedores externos desconocidos, Intel y Microsoft. Big Blue contrató además el ensamble de las tarjetas madre con un proveedor de componentes para la industria aeroespacial, SCI de Huntsville, Alabama, para convertirse pronto en el líder de la industria de CM.

La localización más importante para el crecimiento inicial de manufactura por contrato llegó a ser *Silicon Valley*. Aquí, algunas de las compañías verticalmente especializadas en la computadora y en la naciente industria de equipo de red, Sun y Cisco en particular, se asociaron con contratistas especializados como Solectron (otrora compañía de energía solar) o Flextronics para la manufactura de sofisticadas tarjetas de circuito impreso, fomentando el uso de avanzado equipo de ensamble automatizado, conocido como SMT (Saxenian, 1994: 145 ss.).

La relación entre la OEM verticalmente integrada en Estados Unidos y Europa fue desarrollada rápidamente durante la segunda mitad de los años noventa. Esto sucedió principalmente mediante la adquisición de plantas enteras de OEM, tales como las ensambladoras de tarjetas de IBM en Charlotte,

Carolina del Norte y Austin, Texas, o la División de Cliente de Manufactura de Texas Instruments. En Europa, los primeros pasos resultaron de las decisiones de subcontratación de las compañías de computadoras de Estados Unidos, fueron la venta de una planta de IBM en Bordeoux, Francia, a Solectron, y de dos instalaciones de HP en Stuttgart, Alemania a Solectron y DII-Dovatron.

El manufacturero de telecomunicaciones sueco, Ericsson, fue la primera OEM europea en vender unidades de producción enteras, iniciando con siete plantas en Suecia vendidas a Flextronics y a Solectron en 1997. En las grandes economías europeas, este desarrollo arrancó con la transición de la planta de manufactura de servidor de Fujitsu-Siemens en Paderborn, Alemania, a Flextronics en 1999, seguido por una serie de acuerdos de subcontratación con la misma compañía en la manufactura de PC y teléfono móvil. El desplome actual en la industria de TI está produciendo una nueva ronda completa de acuerdos de subcontratación, esta vez guiadas por Alcatel de Francia, y una vez más, por Ericsson (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).

La expansión rápida ha causado un espectro altamente diferenciado de relaciones de subcontratación, emergiendo de varias estrategias de empresa y tradiciones, así como de prácticas de manufactura específicas de nación y de región. Como el Cuadro 1 explica, las siguientes formas básicas de integración pueden ser distinguidas:

- La manufactura de escala completa de sistema (*Full-scale system manufacturing*, ensamblaje de tarjetas y construcción de caja o *box-build*) para compañías *fabless* de definición de tecnología, como las practicadas por Cisco, 3Com o recientemente Microsoft por su consola de juego X-Box.

- El subproducto de las instalaciones existentes de producción de las principales OEM hacia las CM con relaciones contractuales continuas. Esto ha resultado en un cambio similar del ensamble completo de PCB (*printed circuit board*, tarjeta de circuito impreso) y las operaciones de construcción de caja como en el caso de las compañías *fabless*. Una diferencia resulta del hecho de que esta forma de cooperación involucra la transformación de las respectivas plantas de una organización tradicional en operaciones de manufactura por contrato, a menudo incluyendo la reestructuración substancial de prácticas de trabajo y algunas veces la pérdida de trabajo. En muchos casos, particularmente en Europa, las OEM mantienen operaciones internas de manufactura paralelas, poniendo las plantas OEM y CM en competencia directa.

- La manufactura a gran escala de componentes clave para PC y los manufactureros de servidores que mantienen sus propio ensamble final. Este acercamiento relativamente conservador es utilizado por compañías como Dell, Compaq o HP Computer Systems Division, quienes consideran el ensamble final como una interfaz importante para el cliente.
- Los sistemas de ensamble (construcción de baja o *box build*) para las marcas líderes internacionales en los mercados extranjeros clave, en la mayoría de las casos en alianza con manufactureros por contrato locales de tamaño mediano (según lo practicado, por ejemplo, por los vendedores de computadoras de Estados Unidos en Alemania o en China).

Cuadro 1 Tipos de Integración OEM-CM

Compañía *fabless*–ensamble final mínimo y testeo (Cisco, Sun...)	Manufactura completa y administración de la cadena de proveeduría (logística de ingeniería)
Subcontratación completa de líneas de producto y/o plantas (IBM, TI, Siemens ICM...)	Manufactura completa y administración de la cadena de proveeduría – Conversión de planta
Ensambladores finales de gran escala con subcontratación de gran volumen de componentes clave (Dell, Compaq, HP CSD)	Producción masiva de componentes clave (líneas dedicadas)
Ensamble final a la medida (*customized*) en mercados clave (Compaq, Dell, HP PCD en Europa y Asia)	Ensamble final (construcción de caja) (incluye socios CM locales)
Aún abierto: OEM verticalmente integrado de Japón y Corea	Por ejemplo Sony/Solectron, Acer/Solectron, Mitsubishi/Solectron, Sony-Ericsson/Flextronics

Fuente: Instituto de Investigación Social de Frankfurt, Proyecto "IT-Kontraktfertigung", 2000

Debe notarse que los principales OEM de Asia –el *keiretsu* japonés y el *chaebol* coreano en particular– han sido relativamente reacios a utilizar manufactura por contrato en su región central. Así lo evidencian las ventas de las principales operaciones de ensamble a compañías de CM, la mayoría de las veces ocurridas en mercados extranjeros, como la operación de ensamble de teléfonos celulares de Mitsubishi de Estados Unidos en Georgia, que fue vendida a Solectron. El líder en subcontratación ha sido Sony, una compañía generalmente no considerada un *keiretsu*. En octubre de 2000, Sony traspasó más de dos plantas de ensamble en Japón y Taiwán a Solectron, un movimiento que fue considerado la principal apertura para el modelo de CM en Asia. Un paso importante en esta dirección está también involucrado con la reciente sociedad de Sony con Ericsson en teléfonos móviles 3G, ya que la manufactura de estos dispositivos ha sido enteramente contratada a Flextronics (Lüthje-Schumm-Sproll, 2002).

Como podemos resumir, la generalización de la manufactura por contrato produce una diversidad creciente, aumenta la heterogeneidad en la forma de la redes de producción. Pero con respecto al debate en especialización vertical y de las redes líderes globales (Ernst, 2001) deben destacarse dos importantes salvedades.

Primero, la tendencia hacia las cooperaciones de la manufactura a gran escala de alta diversidad fomenta la *reintegración vertical* en la parte de los manufactureros por contrato. La principal CM ha adquirido diseño especializado y capacidades de manufactura en componentes y software, así como en la administración de la cadena de proveeduría y logística. Una compañía como Solectron posee subsidiarias sofisticadas de la tecnología en el campo de ASIC y del diseño de grupo de chip. Flextronics ha construido una unidad de negocio global en el diseño y la manufactura de tarjetas de circuito impreso, la compañía también está desarrollando una unidad de servicio de redes de telecomunicaciones, siguiendo en este campo las adquisiciones de Ericsson. Los fundamentos detrás de esta integración vertical son las tradicionales economías en expansión, una tendencia también reflejada por la transición de unidades de manufactura completamente integradas de los OEM que también incluyen funciones de soporte de manufactura clásicas como la producción *tool-and-die*.

Con respecto al sector de TI como un todo, puede decirse que la especialización vertical "en la cima" (entre OEM), está empatada con la reintegración vertical al nivel de procesos de manufactura estandarizados.

Segundo, las CM sólo empatan parcialmente la definición de "compañías líderes". Aunque integran la manufactura de *know-how* de ingeniería de primera clase, el diseño componente y logística, *no controlan el desarrollo de producto* y no pueden desarrollar mercados de producto en su propia capacidad. En ese sentido, las compañías de CM carecen de la calificación más importante de corporaciones focales en la industria de la computadora *Wintelista*. Como

discutiremos, esto produce diversas lógicas de especialización vertical e integración en diversos extremos de la cadena de la producción, afectando las capacidades de las CM como líderes en la red en la arena global y en la local.

3 El proceso del trabajo: ¿la industria manufacturera se asemeja a McDonald's?

El papel específico de los manufactureros por contrato como "facilitadores globales de la cadena de proveeduría", así como los problemas para integrar la compleja división transnacional de trabajo dentro las compañías, llega a ser particularmente visible con un análisis más cercano del proceso de trabajo y de las prácticas de administración de planta.[1]

La manufactura por contrato está produciendo un patrón de trabajo de manufactura flexibilizado con algunas características comunes a través de la industria y de sus diferentes ubicaciones. Los elementos de definición de esta forma de trabajo no resultan de innovaciones básicas en la tecnología de la manufactura, aunque grandes empresas de CM pueden ser consideradas como líderes en el uso de equipo de ensamble de PCB avanzado y en la administración de la cadena de proveeduría basada en TI. Los procedimientos de trabajo básico —ensamble automatizado y manual de PCB, ensamble de sistemas, y almacén y trabajos de logística— son estándares y bien conocidos por toda la industria de la electrónica. El lugar de trabajo no es muy diferente de las operaciones de manufactura electrónica tradicionales, el predominio de un ambiente de *estado del arte* de la manufactura en medianas o grandes plantas sitúa las condiciones de trabajo aparte de las prácticas de los tradicionales talleres de relleno de tarjetas.

Las características específicas del trabajo de la manufactura en la industria de CM resultan de la forma de integración en las cadenas de valor globales de la industria de TI. Algunas características básicas pueden ser resumidas como sigue:

[1] Lo siguiente resume los resultados de nuestros estudios de caso de sitios de CM en Estados Unidos, Alemania y Suecia. La muestra consistió en 6 plantas de diversos tamaños y alcances en el este y sur de Estados Unidos, poseídos por dos principales CM, las mismas plantas de compañías en Alemania, una planta relacionada en Suecia, dos operaciones de CM activadas por manufactureros medianos locales de electrónica en Alemania, y varias plantas de OEM (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).

- "Trabajo sin un producto": Como las plantas de CM no fabrican sus productos "propios", la administración de la calidad y el control del lugar de trabajo tienen que ser reenfocados en la orientación hacia cliente. La manufactura tiene que ser organizada como "trabajo de servicio".
- Salarios relativamente bajos con altas proporciones variables: Como la mayoría de las plantas de CM están situadas en áreas de bajo costo, los salarios de la manufactura y los beneficios son algo modestos; los sistemas de pago orientados por los bonos (incluyendo propiedad de títulos y opciones) tienen que asegurar la orientación del cliente.
- Flexibilidad de trabajo: El constante y muy rápido cambio en volúmenes de producción es administrado por un uso extenso de varios tipos de empleo flexible. En Estados Unidos y Europa, y también en algunos sitios de bajo costo, particularmente México, el empleo temporal se ha convertido en un recurso estratégico de primera importancia.
- La administración de la calidad basada en el trabajo en equipo limitado: En la mayoría de las plantas existe una ideología de "orientación del equipo", pero ninguna estructura formal de los grupos de trabajo, conocida como conceptos de equipo en otras industrias.
- Una confianza fuerte en mujeres y en trabajadores minoritarios: Como En la mayoría de las áreas de la manufactura de electrónica, la mayoría de la mano de obra de la manufactura es femenina. En Estados Unidos, particularmente en California, la mano de obra es reclutada principalmente de minorías raciales en posiciones desventajosas del mercado de trabajo.

Las compañías de CM persiguen la estandardización estricta del proceso de trabajo para asegurar la uniformidad de los procedimientos del trabajo en una escala global. Los procesos comunes son desarrollados como una característica que distingue al modelo de CM, diseñada para ofrecer un interfaz uniforme para OEM que buscan compras globales de una sola fuente para los servicios de manufactura. Solectron, dos veces ganador del prestigioso Malcolm Baldridge Award por *estado del arte* en la manufactura de calidad, está utilizando los criterios de certificación Baldridge como herramienta para ajustar las prácticas de trabajo en cada planta, en todo el mundo, a lo largo de un grupo de procesos comunes de todos los miembros de la compañía. Para propósitos similares, Flextronics tiene un concepto de administración de materiales desarrollado por los consultores bajo el nombre de *Demand Flow Technology* (DFT), que

incluye prescripciones uniformes de trabajo para cada lugar de trabajo de la manufactura en todo el mundo.

Bajo tales políticas, sin embargo, podemos observar prácticas de manufactura muy diversas a través de las plantas y de las regiones. En Estados Unidos, vemos claramente un modelo de salario bajo/alta flexibilidad que es típico para "la cara nueva de la manufactura estadounidense" (Uchitelle, 1994) en las áreas de crecimiento en el sur y el oeste de Estados Unidos. Hay también una polarización fuerte entre los ingenieros y los trabajadores de línea —rasgo característico de la mayoría del trabajo de la manufactura en Estados Unidos, que es reforzado a través de la utilización generalizada de trabajo temporal. También los esquemas de administración de la calidad y sus incentivos son mucho más ampliamente utilizados y obligados que en la mayoría de las plantas europeas.

En las plantas alemanas y suecas hay un grado más alto de integración de trabajo, prácticas más sofisticadas de la automatización, y también un papel más fuerte para los sindicatos y las representaciones legales del empleado (consejos de trabajos en Alemania). La Administración de Calidad Total (*Total Quality Management*), los Índices de la Satisfacción de Cliente *(Customer Satisfaction Indexes)* y conceptos similares son visiblemente menos usados. Los estándares de salario del sindicato son aceptados ampliamente, incluso en plantas sin sindicatos; sin embargo, hay una tendencia fuerte a estipular la negociación concesionaria en la parte de los trabajadores, de representantes y de sindicatos, especialmente frente al impacto de la competencia de las regiones de bajo costo. Es particularmente impresionante la elevada proporción de arreglos flexibles de empleo, alcanzada a través de agencias de trabajo o de empleo temporal bajo las leyes de trabajo existentes.

Estas diferencias reflejan, sin causar sorpresa, el ambiente general de las relaciones industriales en Estados Unidos y en los países europeos, respectivamente. La mayor incidencia del trabajo manual en las plantas estadounidenses, especialmente en procesos no programables y en la remodelación de productos defectuosos en ensamble de PCB, se puede atribuir directamente a los costos de trabajo más bajos en áreas tradicionalmente no sindicales como Texas, Carolina del Norte, Alabama o el Silicon Valley de California, la mayoría de ellos con altas proporciones de trabajadores inmigrantes. En Europa, la mayoría del trabajo de ensamble manual está siendo reubicada a regiones de menor costo en Europa del Este (véase el siguiente acápite).

La coexistencia de prácticas de trabajo diferentes bajo estrategias de administración de calidad globalizadas marca los límites entre la estandarización

y la centralización del control de la administración. Reforzado con la adquisición continua de los activos de la manufactura de OEM, la variedad cada vez mayor de relaciones de subcontratación resulta en una diversidad también creciente de tecnologías y de prácticas del trabajo en el taller. Esto es particularmente visible considerando la estandarización del equipo de ensamble, un elemento importante en la estrategia de negocio de las principales CM; no obstante, el fenómeno ocurre a menudo más lentamente de lo que se pregona, y como podemos observar en nuestros estudios de caso, el cambio de equipo supone algunas veces enormes costos financieros y problemas de productividad en las plantas individuales.

A pesar del énfasis de la oferta global totalmente integrada y las cadenas manufactureras, el control de la administración sobre el proceso de manufactura tiene que estar asegurado por los instrumentos tradicionales de la planeación del negocio: finanzas corporativas, políticas de inversión y, muy importante para la manufactura por contrato, la adquisición de partes y administración de las cuentas clave de los clientes con grandes volúmenes de pedido. Bajo estas condiciones, observamos una *coexistencia de facto de los diferentes regímenes de control de taller,* a menudo fuertemente influenciadas por las tradiciones de los otrora dueños de las plantas particulares o de las unidades de negocio.

La transferencia de conocimiento entre plantas en diferentes regiones y áreas se ha mantenido sorprendentemente limitada y selectiva. Esto es particularmente cierto para los aspectos más formales de la organización del trabajo y la educación. Por ejemplo, en la mayoría de sus recientemente adquiridas plantas europeas, los fabricantes por contrato estadounidenses no llevaron a cabo, como lo esperaban los trabajadores y sindicatos, la implementación rigurosa de las prácticas de trabajo "americanas" y transformaron las plantas en operadoras de ensamble (*screw driver operations*) de baja habilidad y bajo salario. En la dirección opuesta, hasta ahora las compañías no han iniciado intentos importantes para transferir administración de calidad o esquemas de capacitación de los lugares europeos a los Estados Unidos, aunque esto es visto como deseable en algunos campos, en particular en el de la capacitación.

Todos estos hallazgos apuntan hacia el bien conocido hecho de que el *know-how* de la manufactura no puede ser fácilmente transferido a lo largo de diferentes regiones y naciones, puesto que está enraizado en condiciones locales específicas de trabajo, educación y tradiciones tecnológicas.

La industria de CM es un ejemplo particularmente claro, pues la uniformidad en los procedimientos de trabajo, algunas veces caracterizado por la

semejanza entre McDonald's y la manufactura, es un elemento definitivo del modelo de negocios. Parece que la manufactura por contrato está siguiendo un patrón más bien tradicional de desarrollo del conocimiento y del aprendizaje, el cual es más característico de las compañías manufactureras de línea vieja que de las compañías de definición del producto, típicas del *Wintelismo*. En otras palabras, existen *diferentes dinámicas de aprendizaje bajo diferentes fines de la cadena productiva* de la industria de TI posfordista.

4 Una nueva división internacional de trabajo

La enorme expansión en los años recientes ha transformado a la manufactura por contrato de una característica "americana" (Sturgeon, 1997) en un modelo global de producción en masa. A través de sus continuas adquisiciones, las compañías de CM actúan como constructores de redes transnacionales, ensamblando una variedad de plantas con diferentes prácticas de manufactura en los mercados global y nacional específico. La manufactura por contrato, por lo tanto, puede ser caracterizada como un modo de integrar, coordinar y regular las condiciones económicas, sociales y culturales divergentes en un sistema de producción global (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).

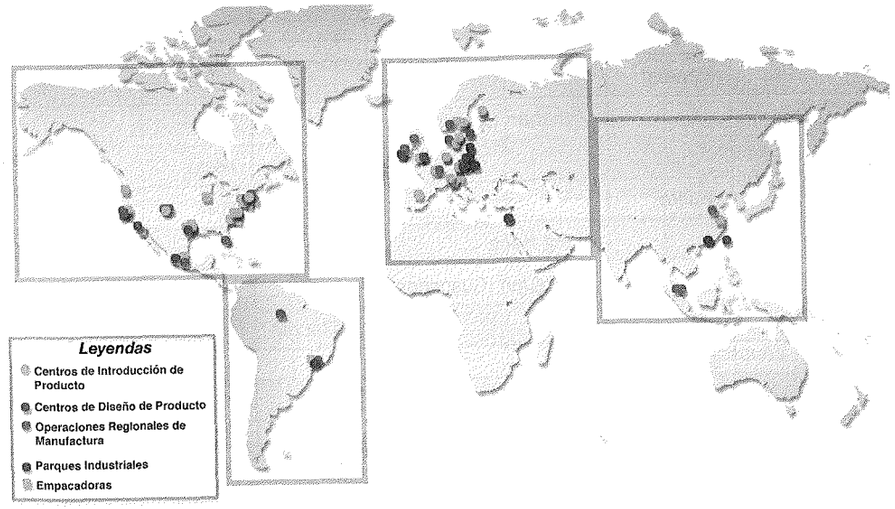
En 1996, Solectron, el fabricante por contrato líder, tenía cerca de 10 emplazamientos a nivel mundial; hoy tiene casi 50 (Solectron, 2001). Los fabricantes por contrato están construyendo las redes de manufactura en cada región de la Tríada. El Gráfico 2 muestra el caso de Flextronics International, la segunda CM más grande. Las operaciones de la compañía están concentradas particularmente en Norteamérica y Europa, y empieza a construir una presencia de densidad similar en Asia. Fuera de los cinco diferentes tipos de operaciones, los Centros de Introducción de Producto, los Centros de Diseño de Producto y las Operaciones Regionales de Manufactura están concentradas en los principales centros industriales de Estados Unidos y Europa, mientras que las operaciones de manufactura por volumen están en México, Polonia, Hungría y China.

La manufactura de gran escala en las áreas de bajo costo está adquiriendo un rol preponderante en este escenario. La primera planta en el exterior fue adquirida como parte de la absorción de unidades manufactureras de las

N. del E. La Tríada a la que se refiere el autor está constituida por Estados Unidos, la Unión Europea y Japón.

OEM como IBM o Texas Instruments, las cuales tenían plantas en el sureste asiático, predominantemente en Malasia. A mediados de los años noventa, en el despertar del TLCAN, los fabricantes por contrato construyeron enormes instalaciones en México, la mayoría de ellos en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. Actualmente la expansión más rápida se está llevando a cabo en Europa. Los fabricantes por contrato de Estados Unidos están montando instalaciones a gran escala en Hungría, Polonia, República Checa y Rumania, modeladas con base en el ejemplo mexicano. Tan sólo Flextronics tiene más de 7,000 empleados en Hungría y es uno de los más grandes empleadores de trabajadores de manufactura en el país (véanse los Cuadros 2 y 3).

Gráfico 2 Localización global de Flextronics International



Cuadro 2 Localización de los cinco mayores CM en Asia (septiembre de 2000)

Empresa	Malasia/ Singapur	China/Hong Kong	Otros países	Producto/Tamaño (pies cuadrados)
Solectron	Johor			PCBA 200.000
	Penang			PCBA 432.000
		Suzhou (Jiangsu)		PCBA 333.000
Flextronics	Johor			PCBA 210.000
		Beijing		PCBA 70.000
		Doumen (Guangdong)		Parque industrial con manufactura de PCBA, manufactura de PCB, cuarto limpio, 900.000
SCI	Singapur			PCBA
	Penang			PCBA
		Kunshan (Jiangsu)		PCBA
			Tailandia	PCBA
Celestica	Kulim			PCBA
		Hong Kong		PCBA
		Dongguan (Guangdong)		PCBA
			Tailandia	PCBA
Jabil	Penang			PC y periféricos, alrededor de 900 empleados
		Hong Kong		Telecom y redes, instrumentos médicos, etc.; alrededor de 4,300 empleados
		Kanton (Guangdong)		
		Shenzhen (Guangdong)		
		Panyu (Guangdong)		

Fuente: Información de empresas (Internet)
PCBA = Printed Circuit Board Assembly;
Ensamblaje de tarjeta de circuito impreso

Cuadro 3 Localización de los cinco principales CM en Europa del Este (septiembre de 2001)

Empresas	Hungría	República Checa	Polonia	Otros países	Producto/Tamaño (pies cuadrados)
Solectron				Rumania	PCBA 64.000
Flextronics	Zalaegerzeg				PCBA, ensamble de sistemas 205.000
	Sárvár				PCBA, ensamble de sistemas 385.000 Parque industrial con proveedores
	Tab				PCBA, ensamble de sistemas
	Nyíregyháza				PCBA, ensamble de sistemas
		Brno			PCBA, ensamble de sistemas 112.000
			Gdansk		PCBA, ensamble de sistemas (en construcción)
SCI/Sanmina	Tatabanya				PCBA
	Pecs				Empaques
Celestica		Brno			PCBA
		Rajecko			PCBA, ensamble de sistemas
Jabil	Tiszaujvaros				PCBA

Fuente: Información de las empresas (Internet)
PCBA = Printed Circuit Board Assembly;
Ensamblaje de tarjeta de circuito impreso

La producción globalizada "justo a tiempo" está transformando las viejas divisiones internacionales del trabajo (como las analizadas por Fröbel, Heinrichs y Kreye, 1977). Desde mediados de los ochenta han estado surgiendo

complejos de producción relativamente especializados en los países recién industrializados, sobre todo en Asia, que suministran componentes específicos o procesos manufactureros con tecnología de punta (Henderson, 1989 y 1994). En la manufactura por contrato y en las economías de bajo costo son muy similares las tecnologías y procedimientos en desarrollo. La producción de paquete completo (*full package*) (Gereffi, 1999) en los emplazamientos de bajo costo, está apoyada por la estandarización global de los procesos de trabajo que las principales empresas de CM buscan.

Una cierta jerarquía entre las localizaciones, sin embargo, está definida por tres elementos:

- El liderazgo que juega el Centro de Introducción de Productos (PIC, por sus siglas en inglés) de los países desarrollados en el *prototyping* y en el *ramp-up* de nuevas líneas de productos hacia una manufactura por volumen. Esto implica desigualdad en la distribución de las capacidades de ingeniería y del acceso a plantas en sitios de bajo costo para adelantar la ingeniería dentro del sistema global de producción. Asimismo, implica una mayor importancia relativa del trabajo calificado en las plantas estratégicas en los países en desarrollo.
- La ubicación de productos especializados con alta diversidad en requerimientos de manufactura y bajos volúmenes (volumen bajo-alta mezcla) en los países desarrollados, contra la producción en masa estandarizada (alto volumen-baja mezcla) en ubicaciones de bajo costo.
- La concentración de unidades especializadas en el diseño y manufactura de los componentes cruciales en países desarrollados.

Además, existen diferentes tipos de jerarquías dentro de las regiones de la Tríada, principalmente debido a las diferencias en la administración de plantas y sistemas de trabajo, incrustadas en ambientes específicos de las relaciones industriales en las regiones particulares. Existe un desarrollo más paralelo de producción en masa dentro de Estados Unidos (en las regiones de bajo-costo del sur y suroeste) y en los países recientemente industrializados, en particular en México, Malasia y China. En Europa la jerarquía es más distintiva entre operaciones de tipo PIC y líneas de producto más sofisticadas (*Führungsbetriebe*, como se les dice en Alemán), es decir, entre el núcleo de países con capital de Estados Unidos y el volumen de producción de Europa del Este (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).

La división regional del trabajo en Asia parece estar abierta. Los centros de operaciones regionales están localizados principalmente en Singapur y

Hong Kong y ahora la pregunta es si un sistema de estilo europeo de plantas líderes emergerá en Taiwán y posiblemente en Japón y Corea del Sur.

En esta división geográfica del trabajo observamos cadenas de producción sumamente complicadas emergiendo a causa de los productos individuales. El caso de la producción de teléfonos móviles para las principales OEM europeas, las cuales estudiamos recientemente, podría ilustrar esto. La OEM ha alternado la manufactura completa de este producto a las principales CM de Estados Unidos, quienes dirigen la manufactura básica, la culminación del producto (ensamblaje final, aplicación de software y las pruebas), y la logística para todo el mercado europeo. Para este fin, las CM operan un enorme centro de culminación de producto en Hungría cuya capacidad es de siete millones de auriculares por año. Este centro está recibiendo los auriculares fabricados sin software, llamados maniquíes, de una fábrica CM en China.

La operación china maneja el ensamblaje de las tarjetas de circuitos impresos y de los auriculares, incluyendo funciones de soporte como la elaboración del estuche de plástico. Las tarjetas de circuitos impresos altamente complejas son originadas en las instalaciones manufactureras de PCB de las CM en China, con algún soporte de ingeniería proveniente de las operaciones de CM en Alemania.

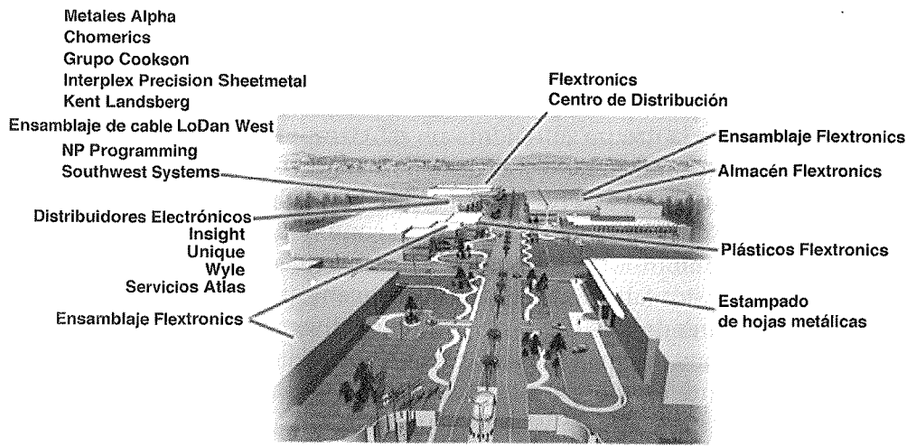
Los auriculares sin software son enviados hacia el centro de culminación húngaro por avión, donde el software operativo es aplicado de acuerdo con las órdenes de los operadores de telecomunicaciones o de las cadenas de venta al por menor. Esta tarea, una vez más, es de alta complejidad organizacional, pues cada auricular tiene que ser equipado con software en el lenguaje del país de destino y con los requerimientos específicos de cada operador y comerciante minorista. Finalmente, después de ser empacados en cajas, los auriculares son repartidos justo a tiempo en 15 diferentes países europeos, proceso llevado a cabo por una empresa alemana de transportes bajo un contrato a largo plazo con la CM.

Dado el creciente tamaño y alcance de las cadenas de manufactura, parece evidente que no hay patrones de ubicación generales simples en la industria de CM. La complejidad organizacional, así como los enormes requerimientos en logística, limitan los efectos de la aglomeración local de la manufactura por contrato. Estos fabricantes tienden a concentrar sus actividades de manufactura en lugares de bajo costo, en plantas relativamente grandes e integradas que puedan manejar una variedad de funciones de manufactura y proporcionar un ambiente estable para la producción en masa. Estas plantas reciben la mayoría de sus pedidos, así como sus partes y son abastecidos de equipo, a partir de una estructura centralizada de otras unidades de negocios de las

CM o de sus proveedores principales. Conforme las CM tienden a interiorizar recursos de manufactura, la contribución de los proveedores locales parece ser relativamente baja, a menudo limitada a partes no electrónicas (como hojas de metal, ensamblaje de cables y arneses de cable o empaques de plástico). Asimismo, la cooperación local con clientes de OEM en el campo de la ingeniería y adquisición del producto, y el diseño de los componentes y maquinaria especializada, juegan un papel menor.

Este patrón de encadenamientos en red, relativamente fuertes en los efectos globales y de baja aglomeración a nivel local, puede ser observado en la mayoría de las operaciones de CM de alto volumen; éste es muy evidente en los sitios de bajo costo en el sur de Estados Unidos (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002), y parece ser aún más marcado en países en desarrollo. En México, investigaciones recientes demuestran una amplia evidencia empírica de este hallazgo (Dussel Peters, 2000; Palacios, 2001); en Hungría, nuestras observaciones parecen apoyar este punto de vista. El patrón es reforzado por el hecho de que algunos fabricantes por contrato están desarrollando parques industriales a gran escala en sus principales localidades de bajo costo, los cuales integran un rango completo de suministro, empresas de soporte y logística, es decir, una cadena completa de empresas de proveedores, apoyo y logística, la mayoría de ellas de origen internacional (véase el Gráfico 3).

Gráfico 3 Parque industrial Flextronics en Guadalajara, México



En cuanto a la difusión del conocimiento, nuestro cuadro parece confirmar la observación de que la dispersión de los procesos de fabricación depende del grado de especialización del producto, componente o proceso particular (Ernst, 2001: 20). Los procesos y productos de tipo *commodity* están muy dispersos, su localización puede ser determinada de acuerdo con una variedad de factores como los costos salariales o la proximidad del mercado. En la parte final del desarrollo del producto existe una fuerte concentración geográfica, la cual no puede ser superada fácilmente. En la manufactura por contrato tal patrón esta incrustado en la relación entre las plantas líderes y los sitios manufactureros de bajo costo, de manera que la jerarquía es reforzada por el hecho de que la mayoría de los clientes de OEM prefieren o insisten en que los procesos de introducción de producto y la ingeniería afín tomen lugar dentro de las fronteras de sus principales mercados nacionales.

Aquí, el desacoplamiento Wintelista entre la innovación de productos y la manufactura se convierte en un elemento definitivo de la división internacional del trabajo, y la emergente red transnacional de CM tiende a reforzar esta separación en una escala global. Sin embargo, la concentración acelerada de la producción en masa verticalmente integrada en los lugares de bajo costo parece implicar efectos considerables de aprendizaje tecnológico y organizacional. La manufactura por contrato apoya la creación de capacidades manufactureras integradoras, como se desarrolla típicamente en los centros de producción en masa como Penang, en Malasia. Para esas ubicaciones, este desarrollo puede resultar en una situación similar a la de Malasia, la cual ha sido caracterizada recientemente por la fórmula "fuerza en la industria de manufactura, débil en innovación" (Best, 1999).

Sin embargo, aun en la era del Wintelismo, no debería ser subestimada la importancia estratégica de una fuerte base de habilidades en la manufactura, combinada con el estado del arte de aptitudes en logística y la organización de la cadena de suministro. Lo importante aquí es la división del trabajo *dentro* de la industria de manufactura por contrato y las relaciones CM-OEM. Mientras que la introducción de los procesos especializados y la manufactura bajo volumen-alta mezcla de productos permanecen confinadas a los países industrializados, las CM tratan de cambiar algunas capacidades de introducción de productos hacia los sitios de bajo costo, a fin de fomentar una más rápida *ramp-up* para los productos respectivos. Esto parece particularmente prometedor en los lugares donde las capacidades de producción en masa integradas existen. El principal reto en tal escenario es el desarrollo de una fuerza de trabajo manufacturera especializada y experimentada, un recurso que los

fabricantes por contrato han sabido aprovechar en países como Hungría o la República Checa, donde el antiguo sistema socialista ha producido un amplio suministro de trabajadores bien entrenados para cada nivel de la pirámide especializada.

4 Internet: nuevos modelos de administración de cadenas de proveeduría y su impacto en la manufactura

Para los sistemas de producción global de la industria de manufactura por contrato, Internet parece ser de gran importancia. Sin embargo, los auténticos cambios de organización asociados a la red de redes tienen que ser evaluados en el contexto de la administración de cadenas de proveeduría y de planta; al respecto, nuestras observaciones señalan un cuadro sumamente diverso.

Sólo algunas compañías de la industria de fabricación y los sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning,* Planeación de Recursos de la Empresa) han desarrollado su integración con base en Internet, ya que las relaciones de la "fábrica virtual" a gran escala parecen más avanzadas entre OEM y CM *fabless* (véase el Cuadro 1). La organización de la manufactura de Cisco puede considerarse como un modelo de punta; el ensamble de *routers* (enrutadores), interruptores, etc. de Cisco, está integrado bajo un orden y sistema de planeación de insumos, el cual está basado completamente en estándares de Internet. Las principales CM son parte de este acuerdo, y además manejan los servicios de distribución y reparación, ofreciendo una interfase ininterrumpida para los clientes de Cisco. Una CM importante está operando una planta manufacturera completamente dedicada a las líneas de productos Cisco. La integración virtual de esta planta dentro de esa organización tiene que estar asegurada por un sofisticado sistema de control de manufactura de datos por parte del contratante y a través de un alto grado de interacción personal entre los ingenieros de ambas compañías, apoyada por la cercanía física de sus respectivas operaciones en Silicon Valley (Roberts, 2000).

Sin embargo, las plantas que están operando dentro de una estructura de "industria virtual" basada en Internet no difieren significativamente de las más convencionales en su organización laboral. Considerando el alto grado de control sobre los datos de manufactura que las redes existentes TI ofrecen a las OEM, parece poco probable un control más rígido de la planta obrera mediante redes de datos basados en Internet. Contrario a las disposiciones

tradicionales de los subcontratos, OEM tiende claramente a dejar la administración de los procesos de trabajo en sus socios manufactureros. El impacto más importante de Internet en las condiciones de la planta obrera, por lo tanto, es probablemente indirecto: la expansión de la manufactura "configurada sobre pedido" (*configured-to-order*) relacionada con el e-comercio seguramente incrementará la presión para flexibilizar el trabajo y el empleo (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).

Como puede ser observado en muchas industrias de consumo, la estrategia de ventas directas basada en el comercio electrónico impone un enorme desafío organizacional sobre el ensamblaje tradicional y el trabajo de almacenado y logística. Por ejemplo, el mercado mundial líder de PC, el sistema de ordenamiento de Dell basado en Internet, (Dell y Magretta, 1998), incrementó dramáticamente la flexibilidad de requisitos en el ensamblaje final. Como cada producto de computadora tiene que ser configurado según el pedido del cliente, el trabajo de ensamblaje manual regresa notablemente a las plantas de computadoras. Las operaciones de ensamblaje de Dell en Estados Unidos dependen casi completamente de trabajo manual, con relativamente pocos requisitos de habilidades formales. En Europa, algunos de los más exitosos CM domésticos de la industria manufacturera y OEM de punta, como Hewlett-Packard, llevan a cabo prácticas similares. Un ensamblador contratista para PC de consumo en Alemania opera casi completamente sobre las bases de trabajo manual, con base en un fondo de trabajo local en un centro de industria electrónica en Alemania del Este con una tasa de desempleo de 17% (Lüthje, Schumm y Sproll, 2002).

El rol de los modelos virtuales de las industrias basadas en Internet no debería ser sobrestimado. La mayoría de las cooperaciones entre OEM y CM funcionan en las bases de redes TI, las cuales no operan específicamente en tecnología de Internet. Nuestro ejemplo de fabricación de teléfonos portátiles citado puede ilustrar esto. Por el lado de OEM, el proceso completo es controlado a través del sistema ERP de la OEM, que tiene un sistema administrativo de proveeduría y de diseño específicamente desarrollado para la manufactura de auriculares portátiles. El software ERP de CM ha sido adaptado para trabajar con el sistema de OEM, permitiendo un monitoreo completo de pedidos, calidad y datos de distribución para cada auricular individual en cada etapa de fabricación y de la cadena de logística. Para este propósito, cada auricular tiene una etiqueta de código de barras, permitiendo la manufactura *build-to-order* desde el proceso básico de ensamble hasta la parte final del producto, cumplimiento y entrega. Dados los enormes costos, así como los requisitos

de confiabilidad en el sistema, una migración a la arquitectura de redes basada en Internet será probablemente más lenta, quizá como parte de una remodelación general del sistema ERP de OEM.

El impacto de Internet a más largo plazo, sin embargo, puede surgir del rol de las CM como "facilitadoras de la cadena de proveedores globales". Como se analizó, el conocimiento organizacional específico de la empresa transnacional EMS está en la integración y coordinación de las diferentes prácticas de trabajo y culturas de producción dentro de los sistemas de producción mundial. La manufactura basada en Internet promete facilitar esta función porque requiere la definición de interfaces uniformes entre los procedimientos de la manufactura en diferentes plantas y localizaciones. Las múltiples opciones de adaptación de redes TI dentro de una arquitectura uniforme hace del Internet un ideal para tratar con los diferentes tipos de relaciones de clientes, culturas de producción y reglamentos políticos y sociales. En esta perspectiva, probablemente el impulsor más fuerte de los diseños para habilitar las redes Internet son las economías de escala derivadas de la flexibilidad en la estandarización.

De importancia especial aquí es la proveeduría de componentes y partes electrónicas. La CM ha desarrollado sofisticados conocimientos en el manejo de esta parte de la cadena de valor y ejerce un considerable poder de compra. Las partes y los componentes son comprados por la CM a solicitud de su cliente o por el propio OEM. Las CM están relacionadas también con los distribuidores globales de partes electrónicas como Arrows o Avnet. La subcontratación local de partes y componentes, como ya lo mencionamos, es relativamente limitada, y se encuentra generalmente restringida a las unidades no estratégicas como arneses, hojas de metal o partes plásticas.

El cálculo de precios, volúmenes y disponibilidad de las partes de suministro es esencial para la industria CM. El problema es complicado por la naturaleza cíclica de la mayoría de los componentes del mercado, pero el exitoso manejo de los ciclos del mercado y los esquemas de fijación de precios generan ganancias considerables. En este panorama, probablemente Internet está por producir dos cambios importantes: 1) el surgimiento de los mercados "empresa a empresa" (B2B, *business to business*) para las partes y componentes electrónicos bajo el liderazgo de importantes OEM; 2) nuevas formas de la administración de cadenas de proveedores e ingeniería, las cuales están relacionadas con el surgimiento de una nueva marca proveedora de servicios de aplicación (*application service providers*, ASP por sus siglas en inglés) en diseños y manufactura electrónicos.

Los mercados de partes electrónicas se incrementaron en el año 2000 en la cumbre del auge de Internet. Las dos más importantes fueron The High Tech Exchange, la cual incluía a importantes fabricantes de computadoras y chips, entre ellos HP, Compaq, Hitachi, Samsung, Nec, y del lado de CM a Solectron (EN, 8 de mayo de 2000) y E2open.com, con la fuerte participación de los actores más importantes en las telecomunicaciones y en el campo de las redes: Ericsson, Hitachi, LG Electronics, Matsushita, Motorola, Nokia, Nortel, Phillips, Seagate, Toshiba, y otra vez, Solectron. Apoyada por la tecnología de IBM (i2) y Ariba, y con financiamiento de importantes bancos de inversiones como Morgan Stanley, E2open alardeó un volumen de venta de partes conjuntas de 200 mil millones de dólares por año (NYT, mayo 30 de 2000). El concepto de ambos proyectos se refleja en las iniciativas del mercado electrónico en otras industrias, como Covisint en la industria automotriz o Chemplorer en la industria química, que incluye a las principales empresas manufactureras, de software vía e-comercio y operadores de redes de telecomunicaciones.

La mayoría de las expectativas, no obstante, han sido frustrantes hasta ahora. La desaceleración en la industria TI también ha impactado a la mayoría de los proyectos B2B. De acuerdo con un estudio reciente de A.T. Kearny, de los 17 intercambios públicos que se anunciaran en la industria electrónica durante el año 2000, pocos alcanzaron relevancia estratégica en volumen de mercado. Casi el 80% de las compañías que se comprometieron a un intercambio todavía tienen que realizar volúmenes fuera de sus actividades pilares (EN, 8 de junio de 2001). De acuerdo con este y otros estudios, las razones para este desarrollo, al menos en parte, son estructurales. En una industria dominada por grandes socios comerciales con relaciones estrechas, directas y alta visibilidad, los beneficios de juntar a múltiples compradores y vendedores no son evidentes. Una consecuencia ha sido que importantes OEM, como Dell, y CM, como Celestica, han reenfocado sus estrategias B2B mediante el desarrollo de los llamados intercambios privados que enlazan directamente a los proveedores con los clientes (EN, 9 de marzo de 2001).

En el campo de diseño de la electrónica, los ASP van más allá de un simple comercio de partes. Desarrollan software que integra partes compradas con el proceso de diseño y con la introducción del producto en el nivel de líneas de ensamblaje. La puesta en marcha de compañías como Spin Circuit, en Silicon Valley, está desarrollando sistemas de intercambio de datos para el diseño de PCB y equipos, juntando a OEM, productores de partes, distribuidores y CM. El diseño de portales promete interfaces ininterrumpidas entre

diseñadores de producto, ingenieros de la manufactura y proveedores de partes, todos los cuales se convertirán en uno solo dentro de un sistema de intercambio basado en Internet. Los ingenieros de diseño pueden cambiar su producto según el costo y la disponibilidad de partes rastreadas en las bases de datos en línea. Algunos CM están apoyando significativamente estas nuevas empresas en ese campo porque la temprana participación pareciera ofrecer la oportunidad de controlar nodos cruciales en redes manufactureras globales basadas en Internet.

El futuro impacto de la integración del diseño del componente y su comercio en redes de proveedores, y en el trabajo de manufactura e ingeniería, es todavía difícil de estimar. Sin embargo, parece creíble la sugerencia de que los mercados globales de partes y componentes fomentarán la deslocalización de relaciones de subcontratación, la cual ya es característica para la industria de CM. Por el lado del trabajo podemos esperar una sustancial racionalización del trabajo de ingeniería, un incremento de la separación entre el producto y el proceso de ingeniería, y un rol disminuido para la cooperación personalizada entre el producto y los ingenieros manufactureros dentro de la red de la industria local.

En términos cualitativos, el trabajo de ingeniería puede orientarse aún más hacia factores comerciales no técnicos como el costo y la disponibilidad de las partes. Esto también puede significar un incremento en la competencia para los ingenieros en países en desarrollo como resultado de la subcontratación de trabajo de ingeniería en regiones de bajos costos. Sin embargo, tal desarrollo reforzará principalmente las tendencias existentes, dado que los CM están haciendo uso activamente de talento local de ingeniería, lo cual existe cuantiosamente en algunas localidades, especialmente en Europa del Este.

5 Conclusiones e implicaciones políticas

En este documento tratamos de analizar los profundos cambios económicos y sociales en la industria TI, los cuales están formando las condiciones para la manufactura por contrato de electrónicos e Internet en una infraestructura para las redes trasnacionales de producción. Los resultados pueden resumirse en lo siguiente:

- La especialización vertical en la industria TI, tipificada por el modelo Wintelista de competencia y organización industrial, ha creado una nueva industria para los servicios de manufactura basados en contrato; los cuales están convirtiéndose rápidamente en la infraestructura manufacturera para un número creciente de segmentos de la industria TI.
- La expansión rápida de la manufactura por contrato, en la actualidad manejada por las compañías tradicionales de electrónicos, ha resultado en una creciente variedad de arreglos de subcontratación. La especialización vertical por parte de OEM está fomentando la reintegración vertical de los recursos manufactureros en la industria CM. Las CM emergen como integradoras globales de la cadena de proveedores con conocimiento sofisticado de la manufactura, pero sin capacidades de líder en la definición de productos.
- La separación entre el diseño y la manufactura del producto ha dado como resultado un nuevo tipo de trabajo manufacturero, caracterizado por la administración de la calidad orientada a los servicios, combinada con salarios relativamente bajos y alta flexibilidad en el empleo. La orientación global de los procesos uniformes de trabajo parten en este momento de un contexto de control, persistente de regímenes nacionales y/o regionales de la planta de obreros, lo cual da origen a un proceso de trabajo relativamente similar bajo diferentes condiciones sociales y culturales manufactureras y fuertes dinámicas de aprendizaje.
- La división internacional de trabajo en la manufactura por contrato está estrechamente vinculada con este patrón. La reintegración física y geográfica de la producción en masa tiene lugar primordialmente en las localidades de bajo costo, resultando en fuertes dinámicas de aprendizaje tecnológico manufacturero en esos lugares.
- Internet contiene un potencial considerable para la estandarización flexible de las relaciones entre clientes y proveedores en la manufactura por contrato. Mientras que el impacto sobre el trabajo manufacturero parece ser relativamente bajo, el procesamiento estandarizado de pedidos y la proveeduría de partes a través de mercados electrónicos, públicos y privados, aumentaría, se espera, la competencia entre proveedores, fortalecería el poder de compra de CM y fomentaría la nacionalización de las cadenas de proveedores a través de la integración de compra de partes de ingeniería.

Cómo afectará esto la transmisión del conocimiento en centros de manufactura emergentes en países desarrollados, no es fácil de predecir. Parece evidente, sin embargo, que Internet no cambiará fundamentalmente las

dinámicas de aprendizaje, al igual que los problemas económicos y sociales inherentes a la división internacional de trabajo en la industria TI en la era del Wintelismo. Como los geógrafos Neil Coe y Henry W. Yeung lo apuntan en sus estudios sobre el desarrollo del comercio electrónico en Singapur:

> En su lugar, como en previos sistemas tecno-económicos, el comercio electrónico en el mundo será caracterizado por distintivos y constantes patrones de desarrollo desigual. Lugar, en el sentido abstracto, y ciudades, en su forma material, continuarán siendo de la mayor importancia, y de igual forma existirá una necesidad por centros de coordinación y control, o núcleos y nodos, en el mundo que se intensifica de los flujos de electrónica. (1999: 13)

La posición de manufactura por contrato dentro de la división social de trabajo en la industria TI sugiere que la transferencia del aprendizaje y la transferencia del conocimiento seguirán los patrones de las industrias manufactureras tradicionales. Las CM generalmente apoyan un escalamiento de la base de la industria en las respectivas regiones baratas. Esto es particularmente cierto para países con una fuerte base de habilidades en manufactura de componentes industriales como Hungría, que están tratando de establecerse como los proveedores de primer nivel de industrias manufactureras como la automotriz o la electrónica (para este interesante caso, véase Havas, 2000; Radosevic y Yoruk, 2001). Las políticas estratégicas más importantes para estas localidades se encuentran en el campo del desarrollo general (de transporte, desarrollo de sitios, telecomunicaciones) y desarrollo de mano de obra. El reto político es asegurar *trade offs* positivos entre las inversiones de los gobiernos nacional y local en infraestructura y educación, por un lado, y en estabilidad y sustentabilidad social en condiciones de trabajo, por el otro.

El impacto de la manufactura por contrato en las industrias de proveeduría local de los países y las regiones parece mixto. La red de proveeduría que ya disfruta de encadenamientos establecidos con clientes importantes de OEM, como compañías de Taiwán en la industria de PC y portátil, no serán necesariamente amenazadas por las grandes CM. Los pronósticos de mercado auguran incluso un aumento en el negocio de estas redes, mientras las compañías de OEM aumentarán su actividad de subcontratación durante la recesión (SCMP, 12 de diciembre de 2001). Parece cada vez más difícil, sin embargo, que el modelo de la cadena de proveeduría de la industria PC sea reproducido en los productos con una dominación más fuerte de OEM verticalmente integradas, tales como los teléfonos móviles o electrodomésticos de consumo.

Por el lado negativo, la reconcentración de la fabricación limitará las posibilidades para los distribuidores de componente tradicional, a escalar a los servicios de manufactura. Como hemos señalado, la consolidación en la industria CM crea algunas oportunidades para los servicios locales y para el ensamble sobre pedido, lo cual requiere conocimientos técnicos específicos de mercado. Entre estos actores mayoritariamente locales y las compañías globales CM, no obstante, existe poco espacio. Las grandes y medianas empresas de países en vías de desarrollo no han podido seguir el vertiginoso paso de la centralización en la industria CM, un desarrollo destacado por la adquisición de NetSteel de Singapur, una vez el sexto CM más grande del mundo con Selectron en el año 2002 (FEER, 6 de marzo de 2000). Las compañías que son muy pequeñas para ser globales y demasiado grandes para convertirse en jugadores de nichos pueden enfrentar problemas similares, como el recientemente establecido negocio de Acer de manufactura por contrato, o el combinado electrónico Videoton (Rodosevic y Yoruk, 2001).

Dado que la industria TI encabeza el desarrollo de nuevas formas de redes de producción en masa, el problema básico continúa siendo la lógica de competencia y la reestructuración industrial incrustada en la división del trabajo posfordista de la industria TI. Las perspectivas limitadas que el modelo CM parece tener para redes locales de distribuidores de productos nuevos y tecnologías TI reflejan el acoplamiento de un producto de innovación y fabricación inherentes al modelo de industria Wintelista. La insistencia de las OEM para mantener productos de ingeniería, introducción de productos y procesos manufactureros cerca de sus localidades centrales pareciera ser una de las principales barreras de las redes de innovación orientadas a productos en localidades de bajos costos de la industria CM.

Desde esta perspectiva la CM sigue siendo una industria de alto riesgo empresarial, envuelta en la naturaleza cíclica del modelo industrial Wintelista. La interacción de la especialización vertical por un lado, y la consolidación global por el otro, está además globalizando el impacto de expansión y contracción. Al mismo tiempo, las CM no pueden intentar escaparse del descenso presionando el desarrollo de su propios productos y tecnologías. Los riesgos inherentes a esta estructura se hicieron evidentes con la enorme cantidad de empleos perdidos en localidades de bajos costos de industrias TI ante la recesión en Estados Unidos y otros países industrializados. Aunque la crisis ha acelerado las actividades de subcontratación de OEM, las localidades de CM en México, Malasia y Hungría han perdido miles de empleos. Esto acompañado por el incremento de competencia entre localidades baratas

como México y Asia (Palacios, 2001), y en particular en regiones asiáticas como Malasia y China (Best, 1999).

El problema es que las políticas locales de cada región pueden hacer relativamente poco para balancear estos riesgos. Sin embargo, una pregunta importante, es si los gobernantes locales de los centros de fabricación de alta tecnología, pudieran convertirse en actores en el proceso de la globalización y cómo esta interrogante no ha sido tratada lo suficiente en las arenas política y académica. La competencia creciente entre regiones estrechamente intervinculadas a través de una red global de producción exige algunos mecanismos que pudieran evitar el impacto perjudicial del juego-suma-cero del incremento del subsidio público y reducciones fiscales e inversión en infraestructura, por un lado, y disminución de los estándares sociales y ecológicos, por el otro (Mazurek, 1999).

El descubrimiento de nuevas telecomunicaciones e infraestructura de información está ocurriendo en este contexto político. Internet no ofrecerá una solución rápida a alguno de los problemas de desarrollo económico de la actual división internacional del trabajo de alta tecnología. El crecimiento del e-comercio plantea nuevos cuestionamientos concernientes a la estructura política de la producción global. La regulación de infraestructura de B2B basada en Internet y de los estándares ecológicos y sociales implicados en e-comercio y componentes y partes electrónicas, se está desarrollando como un problema importante para la regulación global (*global governance*).

Índice de referencias

Aglietta, M. (1979) *A Theory of Capitalist Regulation. The U.S. Experience,* Londres-Nueva York, Verso

Bar, F. (1990) *Configuring the Telecommunications Infrastructure of the Future,* Ph. D. Dissertation, UC Berkeley

Best, M.H. (1999) "Cluster Dynamics in Theory and Practice: Singapore-Johor and Penang Electronics", *The Judge Institute of Management Studies, Working paper,* núm. 42

Borrus, M. (2000) "The resurgence of U.S. electronics. Asian production networks and the rise of Wintelism". Borrus, M., Ernst, D. y Haggard, S. (ed.) *International Production Networks in Asia. Rivalry or riches?* London, Routledge, 57-79

Borrus, M. (1996) *Left for dead asian production networks and the revival of US electronics,* Cambridge, Massachusetts, MIT Japan Program, Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology

Borrus, Michael y Zysman, John (1997) *Wintelism and the Changing Terms of Global Competition. Prototype of the Future?* Berkeley BRIE Working Paper, 96B

Carnoy, M., Castells, M., Cohen, S. y Cardoso, F.H. (1993) *The Global Economy in the Information Age. Reflections on Our Changing World,* University Park, Pennsylvania, University of Pennsylvania Press

Castells, M. (1996) *The Rise of the Network Society,* Oxford-Cambridge, Blackwell

Chandler, A.D. (1962) *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise,* Cambridge, Londres, Harvard University Press

Coe, N. M. y Yeung, H. W. (1999) *Grounding Global Flows: Constructing an E-Commerce Hub in Singapore,* Paper presented to the conference on "Global networks, innovation, and regional development", University of California Santa Cruz, Noviembre 11-13, 1999

Cohen, Stephen F. y Zysman, John (1987) *Manufacturing Matters. The Myth of the Post-Industrial Economy,* Nueva York, Basic Books

Coriat, B. (1979) *L´atelier et le chronometre,* París, PUF

Dosi, G. (1982) "Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technological change", *Research Policy*, v. 11: 147-612

Dussel Peters, E.D. (2000) "Conditions and Challenges of the Electronic Industry in Jalisco", *El Mercado de Valores*, septiembre-octubre, 35-43

Ernst, D. (2001) *The New Mobility of Knowledge: Digital Information Systems and Global Flagship Networks*, Honolulú East-West Center Working Papers, Economics Series, núm. 30

Ernst, D. y O'Connor D. (1992) *Competing in the Electronics Industry. The Experience of Newly Industrializing Economies*, París: OECD

Esser, J., Lüthje, B. y Noppe, R. (1997) *Europäische Telekommunikation im Zeitalter der Deregulierung. Infrastruktur im Umbruch*, Münster, Westfälisches Dampfboot

Ferguson, C.H. y Morris, C.R. (1993) *Computer Wars. How the West Can Win in A Post-IBM World*, Nueva York, Times Books

Fröbel, F., Heinrichs, J. y Kreye, O. (1977) *Die neue internationale Arbeitsteilung*, Reinbek, Rowohlt

Gereffi, G. (1999) "International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain" en *Journal of International Economics*, núm. 48: 37-70

Gereffi, G. y Korzeniewicz, M. (1994) *Commodity Chains and Global Capitalism*, Westport, Praeger

Havas, A. (2000) "Changing Patterns of Inter- and Intra-Regional Division of Labour: The Long and Winding Road of Central Europe´s Automotive Industry" en Humphrey, J., Leclerc, Y. y Salerno, M. (eds.) *Global Strategies and Local Realities: The Auto Industry in Emerging Markets*, Basingstoke, MacMillan

Henderson, J. (1989) *The Globalisation of High-Technology Production*, Londres, Routledge

Henderson, J. (1994) "Electronics Industries and the Developing World. Uneven Contributions and Uncertain Prospects" en Sklair, L. (ed.) *Capitalism and Development*, Londres, Routledge

Lüthje, B. (2001) *Standort Silicon Valley: Ökonomie und Politik der vernetzten Massenproduktion*, Frankfurt-Nueva York-Campus

Lüthje, B., Schumm, W. y Sproll, M. (2002) *Contract Manufacturing: Transnationale Produktion und Industriearbeit im IT-Sektor*, Frankfurt-Nueva York-Campus

Magretta, J. y Dell, M. (1998) "The Power of Virtual Integration: An Interview With Dell Computer´s Michael Dell", *Harvard Business Review*, febrero-marzo 1998, 73-84

Mazurek, J. (1999) *Making microchips: policy, globalization, and economic restructuring in the semiconductor industry*, Cambridge, MIT Press

Noble, D. (1984) *Forces of Production. A Social History of Automation*. Philadelphia, Temple

Palacios, J.J. (2001) *Redes de producción y clustering industrial en regiones en desarrollo. Manufactura de electrónicos en Guadalajara, México*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara

Radosevic, S. y Yoruk, D.E. (2001) *Videoton: The Growth of Enterprise Through Entrepreneurship and Network Alignment*, Londres University College, Department of Social Sciences, Working Paper núm. 4

Roberts, B. (2000) "Ready, fire, aim. E-business might be risky, but doing nothing is riskier", *Electronic Business*, julio

Sauer, D.-Döhl-Volker. (1994) "Arbeit an der Kette - Systemische Rationalisierung unternehmensübergreifender Produktion", *Soziale Welt*, h. 2, vol. 45: 197-215

Saxenian, A. (1994) *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge-Londres, Harvard University Press

Sayer, A. y Walker, R. (1992) *The new social economy: reworking the division of labor*, Cambridge Oxford, Blackwell

Storper, M. y Walker, R. (1989) *The Capitalist Imperative. Territory, Technology, and Industrial Growth*, Oxford-Nueva York, Blackwell

Sturgeon, Tim (1997) *Turn-Key production networks, a new American model of industrial organization?* Berkeley, BRIE Working Paper 92A

Sturgeon, Tim J. (1999) *Turn-Key Production Networks: Industry Organization, Economic Development, and the Globalization of Electronics Contract Manufacturing*, Ph. D. Dissertation, University of California, Berkeley

Technology Forecasters Inc. (2000) The Internet in the Future Factory, *Global Supply Chain Management,* abril

Uchitelle, L. (1994) "The New Faces of U.S. Manufacturing. California´s Vision of the Future: Thriving with fewer high-wage jobs", *New York Times,* 3 de julio

Periódicos y revistas

The New York Times (NYT)

South China Morning Post (SCMP)

Far Eastern Economic Review (FEER)

Electronic News (EN)

Austin American Statesman (AAS)

Sección 2:

Experiencias regionales y tópicos puntuales

6

La dinámica productiva de la industria electrónica en una perspectiva regional en México (1985-1998)[1]

Adrián de León Arias

INTRODUCCIÓN

Este capítulo analiza el comportamiento de la productividad en la industria electrónica (IE) en una perspectiva regional. Existen investigaciones sobre la IE que la analizan desde diferentes perspectivas, tales como su contribución al desarrollo industrial del país, sus principales productos y procesos, su organización industrial, empleo, inversión, balanza comercial e integración local, entre otros aspectos. Sin embargo, de acuerdo con mi investigación, no hay un estudio sobre la dinámica de la productividad, tanto laboral como de la productividad factorial total de la IE, en una dimensión regional. De ahí que este capítulo explore el aspecto de productividad en la industria electrónica por regiones con el objeto de ofrecer una panorámica del tema e identificar las particularidades y los retos para esta industria desde una dimensión regional.

Con base en la información proporcionada por los Censos Industriales del INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, se define a la IE como un sector productivo integrado por cinco subsectores: audio y video, cómputo, telecomunicaciones, sus partes y componentes y otros; para tales fines, consideramos incluir las ramas 3823, 3831, 3832 y 3833 del subsector 38, las cuales identifican convencionalmente a la IE y sustentan mejor el análisis.[2]

[1] Agradezco la colaboración de Ricardo Serrano en la obtención y tratamiento de la información, así como los comentarios de Berenice Palma.

[2] De acuerdo con los Censos Industriales del INEGI, la rama 3823 corresponde a: Fabricación y/o ensamble de maquinaria de oficina, de cálculo y procesamiento informático; la 3831 a:

Conviene señalar que este sector es particularmente relevante por su importancia económica, que se ha venido incrementando respecto del total de la industria nacional, por su orientación exportadora y por ser considerada por algunos economistas como el "núcleo" de la nueva fase de desarrollo económico global, llamada Nueva Economía (Mendoza, 2002). Sin embargo, no desarrollaré este tema, que es objeto de análisis en otros capítulos.

El capítulo se divide en 3 secciones. La primera trata de la dinámica de la IE desde una perspectiva regional, y analiza su evolución geográfica en términos de empleo y valor agregado. La segunda sección desarrolla un análisis, también bajo una perspectiva regional, del desempeño productivo de la IE. La tercera presenta algunas limitaciones del estudio y ofrece algunas conclusiones.

1 La dinámica de la IE desde una perspectiva regional

En virtud de que en otros capítulos de este libro se han desarrollado las particularidades de la evolución y desempeño de la IE en México, en esta sección sólo presento su dinámica regional desde 1985 hasta 1998, basándome fundamentalmente en la información proporcionada por los Censos Industriales. Para tal efecto distingo de la amplia diversidad geográfica e institucional del país cinco regiones, que con base en estudios previos (De León, 1999 y 2000), corresponden a dinámicas productivas con características propias.

Estas regiones son: **Ciudad de México**, que incluye al Distrito Federal y al Estado de México; la región **Norte**, que comprende los estados de Baja California, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas; la región **Centro**, definida por los estados de Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala; **Jalisco**, considerada como *una región* con propósitos de comparar su dinámica productiva con el resto de las regiones; y finalmente el **Resto del país**, la cual comprende las entidades federativas no incluidas en alguna de las regiones antes definidas. Con el objeto de validar la pertinencia de mi regionalización, conviene mencionar que las cuatro primeras regiones dan cuenta del más del noventa por ciento del empleo y del valor agregado generado en la IE desde 1985.

La regionalización definida permite identificar las características del cambio regional reciente en la IE. Los resultados de la investigación se presentan

Fabricación y/o ensamble de maquinaria, equipo y accesorios eléctricos; la 3832 a: Fabricación y/o ensamble de equipo electrónico de radio, TV, comunicaciones y equipo médico; y la 3833 a: Fabricación y/o ensamble de aparatos y accesorios de uso doméstico.

en términos de participación de cada región, en relación con el total nacional, a fin de identificar el desempeño productivo en términos comparativos. De esta manera, es posible *aislar* los efectos del comportamiento nacional, común en mayor o menor grado a todas las regiones.

En términos de empleo, en el Cuadro 1 se observa una pérdida significativa de participación de la región Ciudad de México: de ocupar al 32% de los trabajadores, con respecto del total nacional en 1985, ocupó sólo al 8% en 1998. En el mismo cuadro se observa que la región Norte ha aumentado significativamente su participación, pasando de 50 a 79% en el periodo bajo análisis. En términos absolutos, esto significó un decremento anual promedio de 3.09 para la región Ciudad de México y un crecimiento anual promedio de 11.49 para la región Norte. El crecimiento promedio anual para toda la IE establecida en el país fue de 7.6. En el caso de Jalisco, esta región muestra un aumento de su participación en el total del empleo nacional en la IE, aunque mucho menos significativo que en el caso de la región Norte. Para las regiones Centro y Resto del país hay una ligera pérdida de participación en el empleo total de la IE.

Cuadro 1 Participación del empleo por regiones
Industria electrónica, México 1985-1998

Regiones	1985	1988	1993	1998
Ciudad de México	32.16	23.48	14.31	8.22
Norte	49.82	66.96	72.67	78.77
Centro	5.96	3.95	4.17	3.91
Jalisco	3.88	3.40	3.25	4.66
Resto del país	8.18	2.21	5.60	4.44
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Censos industriales, INEGI

En el Cuadro 2, el comportamiento relativo del valor agregado muestra igualmente una pérdida de participación en las regiones Ciudad de México, Centro y Resto del país, y un aumento en las regiones Norte y, en mucho menor medida, Jalisco.

Cuadro 2 Participación del valor agregado por regiones
Industria electrónica, México 1985-1998

Regiones	1985	1988	1993	1998
Ciudad de México	36.55	39.48	31.00	19.13
Norte	41.77	42.62	51.28	60.96
Centro	6.69	5.49	6.49	5.38
Jalisco	6.50	8.35	5.64	8.91
Resto del país	8.49	4.06	5.59	5.62
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Censos industriales, INEGI

Es relevante mencionar que este *cambio regional* en el empleo y el producto de la IE coincide con el cambio regional que se manifiesta, en general, para las manufacturas en México (véase Hanson, 1994; Polese y Pérez Mendoza, 1995; De León, 2000), mismo que ha sido explicado como resultado de la interacción de economías internas a escala, economías de aglomeración, costos de transporte y un traslado del mercado interno —concentrado en los grandes centros manufactureros (Ciudad de México, Nuevo León y Jalisco)—, hacia el norte del país, debido a la liberalización comercial (Livas y Krugman, 1992; Hanson 1994; y más recientemente Mendoza, 2002).

¿Pero cuáles son las implicaciones de este *cambio regional* en la IE en términos de productividad? Esta pregunta resulta muy importante, desde el punto de vista de la política económica regional, ya que es precisamente el crecimiento de la productividad lo que, en el largo plazo, determina la competitividad del desarrollo económico y social de los sectores regionales. Para responder a esta pregunta, la próxima sección ofrece un análisis exploratorio del desempeño económico de la IE en una perspectiva regional.

2 El desempeño productivo de la IE en México

Una de las características básicas del desempeño productivo en un sector o conjunto de sectores productivos en una economía, es la dinámica del producto por trabajador; esto es, la capacidad de generar valor agregado por cada

uno de los trabajadores involucrados en el proceso de producción, capacidad definida como *productividad laboral*.

En este estudio, la productividad laboral fue calculada por el cociente de valor agregado censal bruto entre el número de trabajadores para cada una de las regiones bajo estudio y para el país en general.

Los indicadores de productividad laboral se muestran en el Cuadro 3. Se puede observar que existe un periodo de crecimiento de 1985 a 1988 en los niveles absolutos de producto por trabajador para la IE de todo el país, un periodo de decrecimiento de 1988 a 1993, y una recuperación de los niveles de productividad de 1993 a 1998.

Estos datos deben ser tomados con reserva, pues en la medida en que una buena proporción de la producción de la IE se orienta al mercado externo, al valorar la producción exportada tomando en cuenta el tipo de cambio nominal, sus datos podrían verse sesgados por el valor del tipo de cambio real. Esto es, si existe una sobrevaluación del tipo de cambio, entonces se subvaluaría el valor de las exportaciones; por el contrario, si existiera una subvaluación, entonces se sobrevaluaría el valor de las exportaciones. Si relacionamos estas observaciones con la opinión generalizada de sobresubvaluación en el tipo de cambio, tendríamos que el dato de productividad laboral de 1988 se estaría sobrevaluando, y el de 1993, subvaluando.

Cuadro 3 Valor agregado por trabajador por regiones
Industria electrónica, México 1985-1998*

Regiones	1985	1988	1993	1998
Ciudad de México	255.92	404.17	403.84	444.05
Norte	188.80	152.98	131.52	147.56
Centro	252.56	334.48	290.12	262.49
Jalisco	377.69	590.86	323.04	364.56
Resto del país	233.98	439.73	186.26	240.89
Total	225.20	240.36	186.39	190.68

Fuente: Censos industriales, INEGI
* Cálculo con base en pesos constantes de 1980

Con las reservas expresadas en el párrafo anterior, el análisis regional del Cuadro 3 muestra en términos absolutos que la región Ciudad de México ha tenido una creciente productividad a lo largo del periodo, la región Norte una tendencia decreciente, y que las regiones Centro, Jalisco y Resto del país siguen la tendencia nacional, es decir, un crecimiento *anormalmente* alto en 1988, una caída en 1993 y una recuperación hacia 1998, pero sin recuperar los niveles de 1988, ni los de 1985.

Con objeto de controlar las variaciones a partir de los valores absolutos de productividad laboral que notamos anteriormente, presento la productividad de cada región en términos comparativos con el promedio nacional, indexado igual a 100 para cada año bajo estudio. Así, se observa en el Cuadro 4 que la productividad laboral de la región Ciudad de México, está sistemáticamente por arriba del promedio nacional y hasta un 100% más del que ocurre en la década de los noventa. Por el contrario, la productividad de la región Norte se encuentra por debajo del promedio nacional en todos los años. Para el Centro, Jalisco y el Resto del país se encuentra por arriba del promedio nacional, con Jalisco manteniendo un segundo lugar en productividad comparativa, para todo el periodo bajo estudio, medida en términos de su productividad laboral.

Cuadro 4 Valor agregado por trabajador por regiones
Industria electrónica, México 1985-1998

Regiones	1985	1988	1993	1998
Ciudad de México	1.14	1.68	2.17	2.33
Norte	0.84	0.64	0.71	0.77
Centro	1.12	1.39	1.56	1.38
Jalisco	1.68	2.46	1.73	1.91
Resto del país	1.04	1.83	1.00	1.26
Total	*1.00*	*1.00*	*1.00*	*1.00*
En miles de pesos 1980	225	240	186	191

Fuente: Censos industriales, INEGI

Si estimamos las tasas de crecimiento de la productividad laboral en términos comparativos, esto es, la tasa de crecimiento del valor agregado por trabajador para cada periodo, restando la tasa de crecimiento promedio nacional, los resultados se presentan en el Cuadro 5, donde se observa que sólo la región Ciudad de México creció por arriba del promedio nacional durante todos los periodos en estudio. En contraste, la región Norte muestra un crecimiento por debajo de la media nacional en los periodos 1985-1998, en la cual parece que dicho crecimiento está influido por la caída en el periodo 1985-1988. Jalisco por su parte crece a una tasa de 1% por arriba del promedio nacional para todo el periodo.

Cuadro 5 Crecimiento comparativo del valor agregado por trabajador
Tasas de crecimiento en relación con el promedio nacional
Industria electrónica, México 1985-1998*

Regiones	1985-1988	1988-1993	1993-1998	1985-1998
Ciudad de México	14.26	4.94	1.46	5.60
Norte	−9.00	1.98	1.87	−0.61
Centro	7.62	2.15	−2.44	1.57
Jalisco	13.89	−6.42	1.99	1.00
Resto del país	21.21	−10.83	4.82	1.50

Fuente: Censos industriales, INEGI
* Las tasas de crecimiento que se muestran en el cuadro, resultan de la diferencia entre las tasas de crecimiento para cada región y la tasa de crecimiento nacional

Del análisis presentado en los cuadros anteriores, se desprende como una conclusión relevante que existe una relativa consistencia de los patrones de crecimiento de la productividad laboral, donde un notable incremento de la productividad se ha constatado para la región Ciudad de México, un estancamiento e incluso decremento para la Norte (zona fronteriza) y un relativamente crecimiento dinámico para Jalisco y la región Centro.

El análisis de la productividad laboral, si bien nos ilustra el incremento en la capacidad de generar valor agregado por cada uno de los trabajadores involucrados en el proceso de producción, resulta insuficiente en tanto no

incorpore el valor del incremento en la capacidad productiva, propiciado por los bienes de capital que están apoyando el proceso productivo. Para dar cuenta del incremento del valor agregado, descontando las contribuciones del trabajo y del incremento debido al aumento del número de trabajadores, se identifica lo que se conoce como la *productividad factorial total* (PFT). Los datos de PFT que se presentan en la siguiente sección nos permiten explorar esta dimensión en nuestro análisis regional de la IE.

Con el fin de analizar las fuentes del crecimiento económico regional, en esta parte presento estimaciones de la productividad factorial total (PFT)[3] de acuerdo con nuestra regionalización. En particular, presento estimaciones de la PFT por regiones para 1985-1993 y 1985-1998, siguiendo la metodología convencional de contabilidad del crecimiento, que consiste en identificar el cambio en la productividad como un residual del crecimiento del producto, descontando el cambio en el uso de los factores, ponderados por la participación en el valor agregado de cada uno de ellos.

De esta manera, la PFT se identifica como el cambio en el producto que no puede ser atribuido a un cambio en el uso de los factores, y que refleja un conjunto de elementos que definen el "hacer más con menos", característica básica del crecimiento económico. Aunque reconozco que este método tiene múltiples restricciones, su amplio uso como medida convencional de productividad y la facilidad de su cálculo lo hacen particularmente atractivo.

En esta metodología[4] se da por supuesto que el producto de la IE de cada región, medido como valor agregado, está definido por capital, trabajo y tiempo, cuya combinación mediante una función de producción estatal con las condiciones necesarias para el equilibrio del productor, y suponiendo rendimientos constantes a escala estatal, permite determinar que las elasticidades del producto con respecto al capital y al trabajo son iguales a la participación de los factores en el costo. Por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto se expresa como la suma de tasas de crecimiento de capital y trabajo, ponderado cada uno por su participación en el costo total y productividad factorial total.

[3] La productividad factorial total se define convencionalmente como el residuo del crecimiento del producto, una vez descontado el incremento en la cantidad y calidad de insumos (capital y trabajo), ponderados por su participación en el valor agregado. Por lo tanto, la PFT es identificada como la magnitud de cambio tecnológico.

[4] Para una descripción de esta metodología respecto a estados o regiones, véase Moomaw y Williams, 1991.

El modelo se emplea aquí usando datos de los Censos Industriales para los años 1985, 1993 y 1998. Se utiliza el total de los activos fijos como datos para capital, el valor agregado censal como datos referentes al producto, y el empleo promedio anual como el empleo para el año en cuestión.[5] Puesto que no se dispone de información sobre precios en el ámbito regional, la información en precios nominales ha sido deflactada a partir del índice de precios implícitos del PIB, base 1980.

El Cuadro 6 presenta mis estimaciones de las fuentes del crecimiento por región para el periodo 1985-1993; una primera observación es que las variaciones en los índices nacionales del producto se caracterizan por una tasa de crecimiento de la PFT de 2%, explicando el 50% del crecimiento del producto y con una menor contribución del capital.

En el análisis regional, Ciudad de México presenta el crecimiento más acelerado de la PFT, siguiéndole Resto del país y la región Centro. En el caso de Ciudad de México, el crecimiento obedece sobre todo a un ajuste con menor capital y empleo; en el caso Resto del país, a un contexto de bajo crecimiento de producto y ajuste en la inversión. El crecimiento de la región Centro corresponde a un crecimiento más productivo del empleo disponible. La Norte mostró el crecimiento más elevado del producto, pero basándose exclusivamente en un uso extensivo del empleo; de hecho el crecimiento de la PFT fue casi cero. Jalisco muestra un decremento de la PFT, un uso extensivo del empleo y un crecimiento modesto del capital.

En un tiempo más largo, trece años, si tomamos el periodo 1985-1998 como se muestra en el Cuadro 7, se observa un crecimiento nacional más acelerado del producto respecto de los datos presentados en el cuadro anterior, aunque al basarse en un uso más extensivo de la mano de obra y una modesta contribución del capital, la PFT muestra un menor valor respecto al periodo 1985-1993.

En la dimensión regional, Ciudad de México presenta el crecimiento más acelerado de la PFT, siguiéndole la región Centro. En el caso de la primera, existe particularmente un ajuste con menor capital y empleo; en el caso de la región Centro, la IE se desempeña en un contexto de más elevado crecimiento del producto con insumos factoriales más productivos. La región Norte mostró un crecimiento del producto más elevado en comparación a

[5] En los datos de empleo debieran utilizarse datos por hora-hombre; sin embargo, al carecerse de los mismos, los datos de empleo se presentan con base en el número de hombres ocupados.

todas las regiones basándose, al igual que en el periodo anterior, en el uso extensivo del empleo. Jalisco, con un decrecimiento de la PFT, muestra un crecimiento más elevado del producto que en el periodo anterior, con un uso extensivo del empleo y un crecimiento más relevante del capital.

Cuadro 6 Fuentes de crecimiento por región. Industria electrónica, México 1985-1993 (Tasas de crecimiento promedio anual)

	Ciudad de México	Norte	Centro	Jalisco	Resto del país	Total
Producto	1.60	6.40	3.30	1.90	−1.60	3.70
Capital	−5.10	−0.10	−0.30	1.30	−6.80	−1.30
Trabajo	−1.90	6.90	0.70	1.60	0.60	3.30
PFT	8.50	−0.30	2.90	−1.00	4.70	1.70

Fuente: Cálculos propios con base en Censos industriales, INEGI

Cuadro 7 Fuentes de crecimiento por región. Industria electrónica, México 1985-1998 (Tasas de crecimiento promedio anual)

	Ciudad de México	Norte	Centro	Jalisco	Resto del país	Total
Producto	1.11	9.40	4.50	8.88	2.93	6.27
Capital	−2.78	2.44	1.56	10.78	11.66	1.27
Trabajo	−1.23	6.29	1.80	2.82	1.04	3.69
PFT	5.11	0.68	1.15	−4.72	−9.77	1.31

Fuente: Cálculos propios con base en Censos industriales, INEGI

El análisis anterior, basado en las estimaciones de la PFT, nos da una visión más completa de los determinantes de la productividad, ya que "contabilizamos" los efectos del capital y del trabajo. Los resultados ratifican nuestras conclusiones preliminares sobre el crecimiento de la productividad en la región Ciudad de México, aunque ahora debemos complementarlas con el dato de que esta productividad se ha promovido haciendo un uso más intensivo del capital y

cada vez menor del empleo. Los resultados anteriores también confirman que la región Norte muestra un crecimiento significativo en el producto, pero este crecimiento está basado más en un uso extensivo de la mano de obra que en el uso eficiente de la misma. Debemos contextualizar que el estado de Jalisco, que había mostrado un crecimiento productivo significativo, lo ha hecho en términos de un uso relativamente extensivo de capital y de trabajo pero escasamente basado en productividad; el Cuadro 7 muestra un crecimiento negativo de su PFT para el periodo en estudio, resultado que de alguna manera sorprende porque hasta ahora se había considerado que Jalisco mostraba un uso más o menos eficiente de sus trabajadores, basado en el dato de la productividad laboral.

Los resultados de nuestros cálculos de las fuentes de crecimiento por estado se presentan en el Cuadro 8, para el periodo de 1985-1993. Un análisis desagregado nos da más detalle que el desarrollado a nivel regional y, en general, permite reflejar el comportamiento de los estados que los definen. Por ejemplo, en el caso de la región Ciudad de México, las tasas de crecimiento de la PFT de los estados comprendidos muestran estar muy por encima de la tasa nacional en el periodo 1985-1993.

Cuadro 8 Fuentes del crecimiento por estados Industria electrónica, México 1985-1993

Región/Estados	Crecimiento del producto	Contribuciones de trabajo	Capital	PFT
Ciudad de México				
Distrito Federal	3.42	−2.61	−4.50	10.53
México	0.72	−1.49	−3.92	6.13
Norte				
Baja California	23.02	17.51	2.53	2.98
Coahuila	6.19	11.26	−0.73	−4.34
Chihuahua	8.65	7.19	1.60	−0.15
Nuevo León	−0.79	2.48	−2.58	−0.69
Sonora	9.35	6.62	0.75	1.98
Tamaulipas	7.08	7.63	1.42	−1.97

(Continúa)

Cuadro 8 Continuación

Región/Estados	Crecimiento del producto	Contribuciones de trabajo	Capital	PFT
Centro				
Hidalgo	8.90	−0.69	−1.40	10.99
Morelos	7.14	2.99	−2.06	6.21
Puebla	−11.10	−2.65	−3.36	−5.09
Querétaro	16.67	5.05	0.99	10.63
Tlaxcala	3.32	−1.44	−1.94	6.69
Jalisco	1.89	1.62	1.30	−1.03
Resto del país				
Aguascalientes	0.00	0.00	0.00	0.00
Baja California Sur	−34.66	−16.50	−21.42	3.26
Campeche	−29.73	−4.58	−38.11	12.96
Colima	−5.75	−3.03	−19.76	17.04
Chiapas	10.46	−0.58	−3.61	14.65
Durango	−47.09	−13.98	4.70	−37.82
Guanajuato	9.32	3.48	0.40	5.44
Guerrero	20.46	0.81	19.93	−0.29
Michoacán	7.02	8.72	20.24	−21.94
Nayarit	−28.15	−13.69	−13.13	−1.33
Oaxaca	−46.40	−6.85	−22.73	−16.82
Quintana Roo	32.40	−10.50	−3.82	46.72
San Luis Potosí	8.78	3.03	3.62	2.13
Sinaloa	29.90	12.74	3.26	13.91
Tabasco	0.00	0.00	0.00	0.00
Veracruz	−25.81	−0.67	−12.34	−12.79
Yucatán	3.04	7.52	−0.99	−3.48
Zacatecas	−14.30	−1.13	−16.49	3.33
Total	3.72	3.30	−1.29	1.71

Fuente: Cálculos propios, con base en Censos industriales, INEGI

3 Conclusiones

Los resultados del análisis realizado en este capítulo muestran un claro patrón de cambio regional en términos de productividad. El crecimiento de la productividad se ha concentrado en las regiones Ciudad de México y Centro, mientras que la Norte ha crecido en términos de producto y de empleo, pero no de productividad. Jalisco también ha crecido y ha tenido una mayor contribución de la inversión por trabajador, aunque no se ha manifestado en una mayor productividad.

Una implicación relevante de lo anterior para la política regional es que mientras el empleo está creciendo en regiones de baja productividad, el empleo está decreciendo en regiones de alta productividad. Lo anterior podría generar, en el mediano plazo, una tendencia a una menor productividad en el ámbito nacional.

¿Qué parece explicar el patrón de la dinámica regional de la productividad? Varias hipótesis parecen sugerentes para explicar la persistencia de la dinámica de la productividad, a pesar del cambio regional. Primera, las actividades que generan los empleos en la IE no se basan en uso intensivo del conocimiento. En este sentido, Rivera-Bátiz y Xie (1993) han sugerido que, en el caso de la integración económica entre países con desigual capital humano dedicado a la generación de conocimiento, la integración puede convertir a un país no innovador en un país crónicamente no innovador. Si el capital humano es menor en relación con el del socio que se va a integrar, el país no innovador permanece así aún después de la integración. Ello sugiere que puesto que México es el país no innovador, en el caso de comercio entre las dos economías, tales resultados podrían ser aplicables al caso estudiado en este capítulo.

La segunda hipótesis podría plantearse en términos de que el crecimiento del producto, en el caso del Norte y Jalisco, se ha basado en la producción tipo maquiladora en mayor medida que en las otras regiones; por lo tanto, se ha basado extensivamente en mano de obra con poca calificación. De hecho, estudios sobre la productividad en la industria maquiladora refuerzan esta hipótesis (Cruz Chávez, 2001).

Una tercera hipótesis sugiere que las regiones poseen algunos elementos propios que las hacen dinámicas en su interior, lo cual nos conduce a otra serie de hipótesis adelantadas por las nuevas teorías del crecimiento económico endógeno, donde las variables que lo explican son educación, aprendizaje en el trabajo, infraestructura física pública y difusión del conocimiento

técnico, entre otras, las cuales se identifican como externalidades que promueven el crecimiento.

En este sentido, de ser cierta dicha serie de hipótesis, parecería que las regiones que han promovido estas variables, intencionalmente o no, tendrían un mejor desempeño en términos de crecimiento. Esta explicación podría ser reforzada si pensamos en los efectos de estas variables en relación con teorías del crecimiento endógeno como externalidades tecnológicas: al no ser identificadas por las empresas en sus inversiones, no reciben incentivos. De esta manera mientras que su promoción se ha debido a otras políticas, el comportamiento de la productividad podría vincularse con políticas tales como promoción de la educación, del aprendizaje, etcétera. Las diferencias en productividad pueden ser atribuidas a la dotación de población educada, habilidad para aprender en el trabajo, infraestructura y características similares.

Finalmente, de lo anterior podría deducirse que la disociación entre productividad y cambio regional no implica necesariamente que la liberalización comercial ha limitado el crecimiento de la productividad, sino que simplemente no debe esperarse un crecimiento "automático" de la productividad y que la dinámica de ésta es un fenómeno ligado a características heredadas en las regiones; una vez identificadas, esas condiciones particulares podrían ser objeto de política de promoción económica. Por el momento, en mi opinión, la evaluación empírica de ésta y las anteriores hipótesis parecen particularmente atractivas para futuras líneas de investigación.

Índice de referencias

Cruz Chávez, Plácido Roberto (2001) *Los determinantes de la productividad en la industria maquiladora: 1990-1999*, Tesis de Maestría, Programa de Maestría y Doctorado en Negocios y Estudios Económicos, CUCEA-Universidad de Guadalajara

León Arias, Adrián de (1999) "Trade Liberalization and Endogenous Growth", Tesis de Doctorado, University of Notre Dame

León Arias, Adrián de (2000) "Patrones de crecimiento regional y su impacto en la productividad mexicana" en *El Mercado de Valores*, año LX, núm. 10: 35-44

Hanson, Gordon (1994) *Regional adjustment to trade liberalization*, Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research, Working paper núm. 4713

Livas Elizondo, Raúl y P. Krugman (1992) *Trade policy and the third world metropolis*, Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research, Working paper núm. 4238

Mendoza, Jorge (2002) "Agglomeration economies and urban manufacturing growth in the northern cities of México" en *Economía Mexicana*, nueva época, v. XI, núm. 1, primer semestre

Moomaw, Ronald L. y M. Williams (1991) "Total factor productivity growth in manufacturing: Further evidence from the states" en *Journal of Regional Science*, v. 31, núm. 1: 17-34

Rivera-Bátiz, Luis A. y D. Xie (1993) "Integration among unequals" en *Regional Science and Urban Economics*, núm. 23: 337-354

Ordónez, Sergio (2001) "La industria electrónica de México en el nuevo entorno internacional" en *Comercio Exterior*, Banco Nacional de Comercio Exterior, septiembre

Polese, Mario y S. Pérez Mendoza (1995) "Integración económica norteamericana y cambio regional en México" en *Comercio Exterior*, v. 45, núm. 2: 132-138

7

Transferencia y aprendizaje tecnológico en el cluster de la electrónica en Jalisco: impacto y evolución

María Isabel Rivera Vargas

INTRODUCCIÓN

Hoy día las regiones se insertan dentro de un sistema de producción mundial, actuando como "contenedores" para la emergencia y desarrollando clusters industriales en un sistema global de redes. Sin embargo, saber cómo, en qué grado y en qué condiciones se insertan las regiones dentro de esta lógica de producción capitalista global, son preguntas de vital importancia. Las respuestas permiten identificar los retos a enfrentar, si se pretende alcanzar niveles de industrialización, tecnologización y competitividad superiores, y sobre todo, si el objetivo es aprovechar al máximo las oportunidades y posibilidades de interacción que conlleva un proceso de internacionalización.

Este capítulo tiene la finalidad de contribuir a la discusión y análisis sobre los retos y perspectivas de la industria electrónica en México, enfocándose para ello en el análisis de la transferencia y asimilación de tecnología ocurrida a partir de la inversión extranjera directa en la industria electrónica y de computación de los corredores industriales del llamado "Valle del Silicio Mexicano", localizado en Guadalajara, Jalisco, México.

En el contexto de globalización y de competencia internacional, basada en la innovación y la capacidad científico-tecnológica, los países que tradicionalmente no han sido productores de tecnología, como México, no tienen otra opción que importar productos de alta tecnología en bienes de capital y en bienes de consumo. Así, experimentan un deterioro en su balanza de pagos, en la misma proporción en la que se ven forzados a importar y no son

capaces de exportar productos con alto valor agregado, lo cual, por supuesto, limita su capacidad para industrializarse y desarrollarse. Para superar estos obstáculos, México modificó su estrategia de industrialización y diseñó políticas dirigidas a atraer inversión extranjera directa (IED), especialmente en la industria de la microelectrónica y la computación, esperando obtener así tecnología y capital (OECD, 1990). Ante la falta de una evaluación más sistemática y holística de los resultados de esta política, este capítulo analiza específicamente la transferencia y asimilación de tecnología, el grado de capacidad transferida, los niveles de madurez de la tecnología transferida y los canales de transferencia utilizados a través de la relación entre las universidades de la región y la industria electrónica de alta tecnología con operaciones en Guadalajara.

Uno de los estudios empíricos que fundamentan este análisis comprende el periodo entre 1995 y 1999. La otra investigación fue realizada entre 2001 y 2002, se entrecruza con el estudio citado en cuanto al entrenamiento proporcionado a los proveedores, y muestra el aprendizaje tecnológico que tuvo lugar a través de las relaciones de subcontratación entre las empresas multinacionales (EMN) y los proveedores endógenos. Para llevar a cabo el presente estudio, en un primer apartado se esbozarán algunos antecedentes sobre la instalación de esta industria en Guadalajara, sus condiciones de operación, y algunos acontecimientos evolutivos de esta industria posteriores a las investigaciones empíricas que soportan este análisis; entre estos últimos desarrollos en la industria electrónica de Jalisco, destacan las actividades de diseño electrónico que están tomando mayor fuerza con el Programa Avanzado en Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS), uno de cuyos principales objetivos es formar a 500 profesionales altamente calificados en diseño electrónico. El PADTS fue creado en 2002 por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (Coecytjal).

En el segundo apartado se analiza la transferencia y asimilación de tecnología desde el punto de vista conceptual, con fundamentos empíricos y metodológicos para analizarla a través de la relación universidad-industria y a través de las relaciones de subcontratación. En el tercer apartado se analiza los mecanismos informales de transferencia tecnológica activados y su impacto en la región. El cuarto apartado describe las tecnologías transferidas y los canales utilizados. En el quinto apartado se analiza el grado de capacidad transmitida y en el sexto se reporta sobre el nivel de madurez de la tecnología transmitida. Por último, se presenta un breve análisis de conjunto y después

de señalarse algunas posibles causas de la escasa transferencia tecnológica, se concluye con algunas sugerencias para la elaboración de políticas y estrategias que incidan en la optimización y reorientación del proceso de aprendizaje tecnológico.

1 Antecedentes, fundamento, riesgo y posibilidades de la estrategia

1.1 Antecedentes

Si bien desde los sesenta grandes corporaciones reconocidas internacionalmente como innovadoras de clase mundial, entre ellas IBM, Siemens, Kodak y Motorola, se instalaron en los corredores industriales de Guadalajara, lo que hoy se conoce como el cluster de la electrónica de Jalisco, comenzó a crecer de manera más notoria básicamente en respuesta al cambio en la política de industrialización, materializada en la autorización a IBM para establecerse como total propietaria. Durante la primera mitad de la década de los ochenta, Guadalajara recibió a otras importantes corporaciones, entre ellas Hewlett-Packard, las cuales establecieron operaciones bajo los mismos incentivos y condiciones otorgadas a IBM. Mediante el ofrecimiento de exención de impuestos y una serie de incentivos, el gobierno mexicano lograba su objetivo de atraer IED, y demandaba, a través de las condiciones impuestas a las EMN, el incremento de la exportación, transferencia de tecnología, el establecimiento de relaciones con las universidades mexicanas y el entrenamiento de proveedores endógenos (OECD, 1990; Whiting, 1992).

1.2 Fundamento

Las expectativas de transferencia tecnológica se fundan en el conocimiento de que las corporaciones multinacionales son las grandes propietarias de alta tecnología (Pavitt, 1985; Rosenberg y Firschtak, 1985; Stewart, 1988; Shumpeter, 1928) y en la afirmación bastante generalizada de que las EMN juegan un papel importante en la transferencia internacional de tecnología (Mansfield *et al.*, 1982; Robinson, 1988; Singh, 1983; Safarian y Bertin, 1987). A todo lo anterior, se suma la exitosa experiencia de los países asiáticos donde, de acuerdo con varios autores, las multinacionales han transferido tecnología, capacidades gerenciales y mercados (véase Westphal, Kim y Dahlman, 1985).

capaces de exportar productos con alto valor agregado, lo cual, por supuesto, limita su capacidad para industrializarse y desarrollarse. Para superar estos obstáculos, México modificó su estrategia de industrialización y diseñó políticas dirigidas a atraer inversión extranjera directa (IED), especialmente en la industria de la microelectrónica y la computación, esperando obtener así tecnología y capital (OECD, 1990). Ante la falta de una evaluación más sistemática y holística de los resultados de esta política, este capítulo analiza específicamente la transferencia y asimilación de tecnología, el grado de capacidad transferida, los niveles de madurez de la tecnología transferida y los canales de transferencia utilizados a través de la relación entre las universidades de la región y la industria electrónica de alta tecnología con operaciones en Guadalajara.

Uno de los estudios empíricos que fundamentan este análisis comprende el periodo entre 1995 y 1999. La otra investigación fue realizada entre 2001 y 2002, se entrecruza con el estudio citado en cuanto al entrenamiento proporcionado a los proveedores, y muestra el aprendizaje tecnológico que tuvo lugar a través de las relaciones de subcontratación entre las empresas multinacionales (EMN) y los proveedores endógenos. Para llevar a cabo el presente estudio, en un primer apartado se esbozarán algunos antecedentes sobre la instalación de esta industria en Guadalajara, sus condiciones de operación, y algunos acontecimientos evolutivos de esta industria posteriores a las investigaciones empíricas que soportan este análisis; entre estos últimos desarrollos en la industria electrónica de Jalisco, destacan las actividades de diseño electrónico que están tomando mayor fuerza con el Programa Avanzado en Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS), uno de cuyos principales objetivos es formar a 500 profesionales altamente calificados en diseño electrónico. El PADTS fue creado en 2002 por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (Coecytjal).

En el segundo apartado se analiza la transferencia y asimilación de tecnología desde el punto de vista conceptual, con fundamentos empíricos y metodológicos para analizarla a través de la relación universidad-industria y a través de las relaciones de subcontratación. En el tercer apartado se analiza los mecanismos informales de transferencia tecnológica activados y su impacto en la región. El cuarto apartado describe las tecnologías transferidas y los canales utilizados. En el quinto apartado se analiza el grado de capacidad transmitida y en el sexto se reporta sobre el nivel de madurez de la tecnología transmitida. Por último, se presenta un breve análisis de conjunto y después

de señalarse algunas posibles causas de la escasa transferencia tecnológica, se concluye con algunas sugerencias para la elaboración de políticas y estrategias que incidan en la optimización y reorientación del proceso de aprendizaje tecnológico.

1 Antecedentes, fundamento, riesgo y posibilidades de la estrategia

1.1 Antecedentes

Si bien desde los sesenta grandes corporaciones reconocidas internacionalmente como innovadoras de clase mundial, entre ellas IBM, Siemens, Kodak y Motorola, se instalaron en los corredores industriales de Guadalajara, lo que hoy se conoce como el cluster de la electrónica de Jalisco, comenzó a crecer de manera más notoria básicamente en respuesta al cambio en la política de industrialización, materializada en la autorización a IBM para establecerse como total propietaria. Durante la primera mitad de la década de los ochenta, Guadalajara recibió a otras importantes corporaciones, entre ellas Hewlett-Packard, las cuales establecieron operaciones bajo los mismos incentivos y condiciones otorgadas a IBM. Mediante el ofrecimiento de exención de impuestos y una serie de incentivos, el gobierno mexicano lograba su objetivo de atraer IED, y demandaba, a través de las condiciones impuestas a las EMN, el incremento de la exportación, transferencia de tecnología, el establecimiento de relaciones con las universidades mexicanas y el entrenamiento de proveedores endógenos (OECD, 1990; Whiting, 1992).

1.2 Fundamento

Las expectativas de transferencia tecnológica se fundan en el conocimiento de que las corporaciones multinacionales son las grandes propietarias de alta tecnología (Pavitt, 1985; Rosenberg y Firschtak, 1985; Stewart, 1988; Shumpeter, 1928) y en la afirmación bastante generalizada de que las EMN juegan un papel importante en la transferencia internacional de tecnología (Mansfield *et al.*, 1982; Robinson, 1988; Singh, 1983; Safarian y Bertin, 1987). A todo lo anterior, se suma la exitosa experiencia de los países asiáticos donde, de acuerdo con varios autores, las multinacionales han transferido tecnología, capacidades gerenciales y mercados (véase Westphal, Kim y Dahlman, 1985).

1.3 Riesgo y escepticismo sobre la estrategia

No obstante lo anterior, algunos autores han señalado los peligros asociados con esa nueva estrategia de industrialización y fomento de las exportaciones, como la elegida por México (Rodríguez-Clare, 1996; Wilson, 1996). Al respecto, Patricia Wilson (1996) señala que el riesgo reside en la posibilidad de que, muy por el contrario a lo esperado, el resultado sea la creación de un enclave de manufactura extranjera orientado a las exportaciones, aislado y con mínima integración de partes producidas nacionalmente, en consecuencia, sin una significante transferencia de tecnología. Rodríguez-Clare (1996) explora los resultados de vínculos con las EMN y sus efectos positivos y va más allá, asociando la falta de vínculos y la consecuente formación de economía de enclave con posibles daños a la economía en desarrollo. Al analizar el caso de la industria maquiladora de México, Wilson encontró muy escasos vínculos con la industria endógena y declara que esta relación es extremadamente frágil; sin embargo, descubrió también que las maquiladoras localizadas en el interior del país registraban niveles más altos de valor agregado comparados con el nivel nacional. No obstante que la autora estaba hablando precisamente de Jalisco, en 1994 el valor agregado en la industria electrónica de esa entidad únicamente alcanzó 4%, que es extremadamente bajo comparado con estándares internacionales.[1]

Tales resultados siembran escepticismo sobre el éxito de la estrategia de industrialización establecida en el país desde 1985. Si bien ha quedado demostrado el importante rol de la industria electrónica en Jalisco para el incremento de las exportaciones,[2] en la creación de empleos y en el porcentaje de capital extranjero que ésta representa —la cual para el año 2000 había alcanzado el 40% de la IED en el estado—, objetivamente hablando, la obtención de tecnología no es tan obvia, y por tanto, requiere de un análisis más profundo. Surgen preguntas como las siguientes: ¿es realista esperar la transferencia de tecnología de punta en microelectrónica? ¿Tienen los diseñadores de políticas en México expectativas demasiado altas, y únicamente son parte del grupo de los observadores entusiastas a quienes Singhal y Rogers se refieren?

[1] El porcentaje de contenido nacional de algunos países asiáticos como Singapur, Corea y Taiwán es de 42%, 33% y 27% en 1979, 1977 y 1978, respectivamente.

[2] Aunque esto conlleva, por supuesto, el incremento en las importaciones y muy frecuentemente desequilibrios en la balanza de pagos.

> Algunos observadores entusiastas afirman que la microelectrónica representa potencialmente el tipo de industria que puede permitir a las naciones del Tercer Mundo saltarse la era industrial para convertirse en sociedades de la información (Singhal y Rogers, 1990: 241, traducción de la autora).

Para complicar todavía más el panorama, la recesión económica que se hizo patente con mayor énfasis a partir de 2001 en Estados Unidos —principal destino de los productos exportados por la industria electrónica de Jalisco— afectó gravemente la industria, disminuyendo de manera considerable sus exportaciones, el empleo que proporciona y su participación en el porcentaje de inversión extranjera directa en el estado. Durante 2001 este sector experimentó un decremento de 6.86% en sus exportaciones con respecto al año anterior, las cuales se vieron disminuidas a 9,500,000,000 de dólares. En consecuencia, su planta laboral se contrajo aproximadamente a 78,000 empleados, lo que significó la pérdida de 12,000 empleos con respecto al total alcanzado en 2000.

El descenso en los capitales extranjeros relacionados con esta industria es de 47.5%, ya que de 40% en 2000, pasó a representar únicamente 19% en 2001. Ante la disminución de las exportaciones entre 2001 y los primeros seis meses de 2002, cinco grandes empresas cerraron sus plantas en Jalisco y trasladaron sus operaciones a países asiáticos como Malasia y China, en busca de disminuir costos de mano de obra y de obtener mayor apoyo, según señalaron. De acuerdo con algunas fuentes, en China, además de los muy competitivos costos de la fuerza laboral, se puede ofrecer una infraestructura más consolidada, ya que este país inició desde 1993 grandes proyectos tendientes a consolidar áreas como ferrocarriles, aeropuertos, carreteras, telecomunicaciones y puertos, lo cual permite transportar los productos con rapidez y a bajo costo. Esto no sucede en México, donde la falta de proyectos estratégicos se ha convertido en una limitante de la competitividad, sobre todo en cuanto a carreteras fronterizas y red ferroviaria.

En cuanto a la oferta de servicios, los costos de electricidad en China representan 70% de los costos de este servicio en México (Martínez y Neme, 2004). A esto se suma el desempeño más eficiente de las aduanas en China, que son más flexibles, más veloces, y cuentan con personal capacitado, tecnología más avanzada y servicios conexos a precios competitivos, lo que tiende a reducir costos (*Idem*). Como si lo anterior fuera poco, en México la tasa promedio de impuestos sobre utilidades en el año 2000 fue de 35%, lo cual significa dos puntos porcentuales arriba de la tasa en China, donde además se ofrecen terrenos sin costo para la instalación de fábricas. En México se pro-

mueve una reducción en el pago de registro de la propiedad, mientras que en China se exime. En general los estímulos tienen mayor alcance en China, con la consiguiente ventaja para que se instalen más empresas en su territorio (*Idem*).

En estas condiciones, en enero de 2002 el entonces presidente de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (Canieti), región Occidente, Jaime Reyes Robles, declaró que las perspectivas no eran muy optimistas. Reyes Robles señaló que aunque se esperaba un ligero incremento en las exportaciones de cerca de 475,000,000 de dólares más que en 2001, cifra todavía por debajo de los 11,000,000,000 de dólares que obtuvo en 2000, se estimaba una nueva disminución de 8,000 empleos aproximadamente para finales de 2002.

1.4 Posibilidad de la estrategia

Ante esta crítica situación, la industria electrónica de Jalisco ha considerado necesario repensar las funciones con las que se ha integrado en la región y propone moverse hacia un segmento de mayor valor agregado: del ensamble y la manufactura al desarrollo de nuevos productos. A decir de los líderes de esta industria en Jalisco, una de las metas establecidas para mantener a la región como un jugador importante y competitivo dentro de la estructura global de la electrónica, es la fabricación de productos con mayor valor agregado, como la elaboración de software. Tal estrategia se ilustra con una declaración textual del discurso de toma de posesión del presidente de la Canieti Región Occidente, Goddard Zapata, en febrero de 2002:

> Debemos pasar de ser manufactureros a creadores y desarrolladores... para lograr el reconocimiento del liderazgo que tenemos en la parte de la transformación en tecnología y manufactura.

En este contexto, las preguntas iniciales se complican, especialmente si incluimos en el análisis la posición internacional de la industria electrónica establecida en Jalisco, misma que Dussel Peters (1999) explica claramente cuando señala que la electrónica es parte de un encadenamiento mercantil global muy segmentado, que Jalisco se ha insertado especializándose en el subensamble y, por tanto, en el segmento de menor valor agregado. El cuestionamiento tiene que ver no sólo con la factibilidad de estas nuevas propuestas y la dimensión del reto para Jalisco, sino también, y de manera más específica y central, con el realismo de las expectativas creadas por la nueva

estrategia de industrialización de México para obtener tecnología de punta en microelectrónica.

Como bien lo señala el mismo Dussel Peters (1999), la segmentación de valor agregado en eslabones durante el proceso productivo de bienes y servicios es particularmente significativa, no únicamente para el valor agregado, sino también en el uso y desarrollo de tecnologías y procesos, en la generación de empleos, en formas de subcontratación y, en general, en el proceso de aprendizaje que se desarrolla en los respectivos espacios regionales y locales. No obstante lo anterior, no todo es subensamble en Guadalajara. Si bien algunas de estas empresas todavía se encuentran únicamente ensamblando y/o manufacturando, aunque en número reducido, otras han agregado algunas funciones de diseño.

Pero la situación crítica que vivió esta industria ha empezado a revertirse. Actualmente, de acuerdo con estimaciones de un ejecutivo de Cadelec,[3] las exportaciones de esta industria se han incrementado hasta en 50% y para el cierre de 2004 se espera una fuerte recuperación, fundamentalmente basada en la reinversión de empresas establecidas, las cuales estuvieron trabajando en años anteriores al 25% de su capacidad.[4] En lo que va de 2004 Jalisco ha registrado el establecimiento de un mayor número de pequeñas y medianas empresas proveedoras, lo cual fortalece el cluster de la electrónica.[5]

1.4.1 ¿Representa el diseño electrónico una opción para Jalisco?

De acuerdo con Castillo (1992), Palacios (1994) y Wilson (1996), para 1989 Hewlett-Packard ya había establecido la primera unidad de investigación y desarrollo (I&D) con 15 ingenieros locales, aproximadamente. Este departamento de investigación corporativa ha logrado patentes de reconocimiento internacional, de acuerdo con las declaraciones de un ejecutivo de la misma (Palacios, 1994; Rivera, 2002). Para 1997, cinco de aproximadamente 60 empresas de la electrónica declararon tener un laboratorio de investigación y dos de ellas contaban con 17 patentes de reconocimiento internacional (Rivera, 2002). De acuerdo con el mismo estudio, las tres empresas con I&D

[3] Cadena Productiva de la Industria Electrónica en Jalisco (Cadelec), organismo creado en Guadalajara en 1998 para promover el entrenamiento de proveedores.
[4] Comunicación personal con un ejecutivo de Cadelec, 20 de septiembre de 2004.
[5] Comunicación personal, Dirección de Inversiones Seproe, 20 de septiembre de 2004.

que no declararon patentes, sí señalaron la realización de diseño y pequeñas modificaciones a procesos y productos. Asimismo, para 1998 eran 7 las empresas operando en Guadalajara con unidades de I&D; a partir de 2000 son 8 las multinacionales de la electrónica que realizan diseño e investigación en Guadalajara.

La empresa que se unió al grupo de investigación es Intel, la cual se instaló en Guadalajara en 2000 con la función única de diseño electrónico. Al instalarse, Intel compró la empresa mexicana TDCOM especializada en diseño electrónico ASIC y creada en 1998 por el Centro de Tecnología en Semiconductores (CTS) del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN); esta institución es la primera de 20 casas de diseño ya presentes en el Estado de Jalisco y además es impulsora de por lo menos otras cuatro instituciones de diseño (Coecytjal, 2003: 239). El Cinvestav, en colaboración con el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Coecytjal), ha diseñado un programa cuyo principal objetivo es formar a 500 diseñadores de clase mundial en un plazo de cinco años en el PADTS. Como resultado de este programa, en agosto de 2003 egresó la primera generación de diseñadores e inmediatamente ingresó la segunda generación.

Intel ha apoyado el programa con un monto de 50,000 dólares en equipo de punta y el Coecytjal está proporcionando los recursos para patrocinar al 100% la formación de estos profesionales.[6] Asimismo, Intel está planeando invertir entre 1,000,000 y 4,000,000 de dólares para apoyar el Programa de Creación de Emprendedores Tecnológicos, cuyo objetivo es consolidar a 30 empresarios en dos años. Este programa de formación de recursos humanos ha impactado positivamente las actividades de diseño electrónico en la región, lo cual se materializa con la duplicación de actividades de diseño en Intel durante el periodo 2002-2004 y la reciente creación del centro de diseño de Motorola, Free Scale, el cual se dedica tanto a diseño de aplicaciones como a diseño de semiconductores.[7]

Existen otras empresas multinacionales, que aun sin operaciones en Jalisco, contratan funciones de diseño electrónico desde 1995 con esa institución mexicana de educación superior, el Cinvestav, instalada en Guadalajara; la mayoría son empresas de la electrónica establecidas en Estados Unidos, pero otras se encuentran instaladas en Europa. Aunque todavía de manera limitada, la circunstancia citada indica la existencia de un pequeño

[6] Comunicación personal con el Director del Cinvestav, 4 de junio de 2002.
[7] Comunicación personal con un ejecutivo de Cadelec, 20 de septiembre de 2004.

espacio a explorar, más allá de la manufactura y el ensamble, funciones a las que la región ha estado limitada hasta ahora al menos dentro de los planes de producción global de la mayoría de las multinacionales de la electrónica, que como sabemos, son diseñados y decididos en las empresas matrices.

Con base en estos hechos, este trabajo se centra en analizar la transferencia y asimilación de tecnología, el grado de capacidad transmitida, sus niveles de madurez y los canales de transferencia utilizados en la relación entre las universidades de la región y la industria electrónica de alta tecnología con operaciones en Guadalajara; el estudio comprende el periodo 1995-1999, época de mayor auge de esta industria en la región. El análisis registra también la transferencia tecnológica a través de la subcontratación, es decir, a través de las relaciones entre las EMN y los proveedores endógenos en Jalisco durante el periodo 2001-2002. No se excluye el repunte de la industria electrónica en Jalisco durante 2004 y las nuevas tendencias hacia el fortalecimiento de las funciones de diseño electrónico, cuyos resultados deberán ser evaluados en el futuro.

2 Transferencia tecnológica y asimilación de tecnología

La transferencia de tecnología ha sido tradicionalmente conceptualizada como la venta o contratación de tecnología a través de alguno de los mecanismos formales o instrumentos legales comúnmente utilizados, tales como licencias, patentes, consultorías, servicios técnicos, etc. Sin embargo, varios autores han señalado el gran número de restricciones[8] y limitaciones impuestas a través de estipulaciones en los contratos firmados por los países, instituciones, organismos y compañías que adquieren tecnología a través de estos mecanismos formales. En consecuencia, este análisis excluye estos mecanismos formales o transacciones comerciales y define como transferencia de tecnología solamente la transferencia o derramamiento que, de acuerdo con la literatura, ocurre como resultado de las operaciones de EMN en países extranjeros. Estos derramamientos han sido identificados por varios autores como mecanismos informales, quienes los han caracterizado como aquellos de mayor impacto en los países en vías de desarrollo, a saber: *a) El entrenamiento y rotación de empleados, b) Ingeniería de reversa, c) Contactos personales, d) Grupos de estudio*

[8] Para mayor información sobre estas restricciones ver Robinson (1988).

entre los académicos y el personal de las EMN, *e) Fuga involuntaria de información técnica* y *f) Entrenamiento de proveedores locales* (Bonin, 1972; Robinson, 1988; Stewart y Nihei, 1987; United Nations, 1977; Kim,1980; Larsen, Wigand y Rogers, 1987).

La transferencia tecnológica entre la universidad y la industria en términos generales se refiere al movimiento y aplicación de conocimiento incorporado y desincorporado. Aunque este proceso puede ser considerado bilateral o en ambos sentidos, este estudio se enfoca particularmente en la transferencia unilateral de tecnología de las empresas multinacionales de la electrónica a las instituciones de educación superior y empresas u organismos endógenos. Asimismo, considera como objeto de transferencia lo siguiente: maquinaria, equipo, software, fórmulas, descripciones de procesos, información técnica, resultados de investigación, diseño de procesos y de productos, y conocimiento gerencial, administrativo y de mercado.

La transferencia tecnológica en el Valle del Silicio Mexicano fue objeto de un estudio empírico previo (Rivera, 2002), fundamentado en la cada vez más frecuente afirmación de que las relaciones y vínculos de cooperación entre la universidad y la industria son un importante contexto de transferencia tecnológica (Robinson, 1988; Stewart y Gibson, 1990; Wigand, 1990). El estudio de referencia analizó la concurrencia de los mecanismos informales de transferencia tecnológica en el ámbito de las relaciones de cooperación universidad-industria entre 1997 y 1999. La muestra incluyó personal del sector académico, industrial y gubernamental; del sector académico, fueron incluidas como unidades de análisis todas las instituciones de educación superior, públicas y privadas con autorización gubernamental, que reconocen la investigación como una de sus funciones sustantivas y tienen departamentos de ingeniería en las áreas del conocimiento demandadas por la industria electrónica. Del sector industrial, fueron incluidas las corporaciones reconocidas como innovadoras de clase mundial establecidas en Jalisco en 1997, ocho de aproximadamente 60 empresas de la electrónica. Con el fin de completar la muestra, fueron agregadas cinco empresas, seleccionadas utilizando los criterios de tamaño y tiempo de operaciones en Jalisco. El primer criterio se estableció con base en la afirmación shumpeteriana de que existe una correlación positiva entre el tamaño de la empresa y sus funciones de innovación; en el caso del segundo criterio, se requirió haberse establecido en Jalisco antes de 1995, de manera que se otorgara un margen de dos años de operaciones y asegurar que la empresa hubiera tenido oportunidad de establecer relaciones con la comunidad. Del sector gubernamental, el

estudio incluyó fundamentalmente a funcionarios clave a cargo del diseño de las políticas de educación superior, científico-tecnológicas, de propiedad intelectual y de industrialización, y a cualquier otro funcionario señalado por alguno de los sectores entrevistados.

El estudio encontró que ha ocurrido una transferencia de tecnología muy limitada en esta región, aun después de más de quince años de operación bajo políticas muy atractivas para la inversión extranjera, como exención de impuestos y concesión de incentivos. El estudio de referencia exploró minuciosamente las actividades y relaciones de cooperación universidad-industria existentes y analizó la activación de los mecanismos informales de transferencia de tecnología. Se encontró que de las 32 actividades desarrolladas con más frecuencia en el ámbito internacional dentro del contexto de la relación universidad-industria, 31 se desarrollan en Jalisco y únicamente 17 se vinculan en particular con la industria electrónica de Jalisco, fundamentalmente a partir de los noventa. La única excepción es el Cinvestav, institución que ha estado en contacto con esta industria desde su instalación en Jalisco, en 1988. De las 17 actividades, 14 son consideradas relaciones y vínculos directos y tres indirectos, a través de estudiantes en las instituciones de educación superior (IES) que también trabajan en alguna de las corporaciones incluidas en el análisis. Con respecto a los mecanismos informales de transferencia tecnológica, el estudio descubrió que se encuentran activadas tres de las seis categorías señaladas, aunque en su mayoría de manera incipiente; éstas son: *a) El entrenamiento y rotación de empleados, b) Ingeniería de reversa* y *c) Entrenamiento de proveedores locales*; el impacto de cada una se analiza por separado en el apartado siguiente.

El aprendizaje tecnológico a través de la subcontratación fue analizado por una investigación empírica reciente (Rivera y Regino, 2004) llevada a cabo en Guadalajara, Jalisco, de mayo de 2001 a mayo de 2002. Incluyó en la muestra cinco de ocho proveedores endógenos considerados casos de éxito en la industria electrónica de Jalisco en estudios previos: cuatro proveedores endógenos de industrias de la impresión, del cartón y del empaque, y la quinta dedicada al ensamble y manufactura de partes electrónicas. Todas estas empresas son subcontratadas por EMN de alta tecnología.

El estudio encontró que los cinco proveedores incluidos en el análisis han experimentado un proceso de aprendizaje tecnológico a través de la subcontratación; la fuente de este aprendizaje la constituyen mecanismos formales e informales de transferencia de tecnología. El estudio comprobó su hipótesis central: la subcontratación estimula el proceso de aprendizaje tecnológico

por las exigencias y demandas de las EMN clientes a las empresas proveedoras endógenas subcontratadas, más que por la transferencia tecnológica realizada directamente por las multinacionales que contratan a estos proveedores, como se registra en otros países.

3 Impacto de los mecanismos informales de transferencia de tecnología

a) El entrenamiento y rotación de empleados

A pesar de que existe una considerable cantidad de literatura (Barranson, 1978; Caves, 1974; Lewis, 1958; Mansfield y Romeo, 1980; Robinson, 1988) que documenta el hecho de que las EMN desempeñan un papel importante en el entrenamiento de personal en el país anfitrión y, en consecuencia, en la transferencia y difusión de tecnología mediante la rotación de este personal, el estudio no encontró mayor impacto de las EMN en la región. Si bien existe cierto entrenamiento en ocho de las 13 empresas de la muestra, la rotación de personal es calculada por estas mismas como muy baja: la cifra proporcionada por las EMN alcanzó un promedio de 0.5%, pero se percibe un incremento a partir de 1997. Sin embargo, este incremento en la rotación de personal ocurre fundamentalmente entre las mismas multinacionales y más bien el personal de las empresas e instituciones mexicanas fluye hacia aquéllas y no al contrario. Por esta razón, se considera negativa la rotación que existe (véase Rivera, 2002).

b) Ingeniería de reversa

De acuerdo con Pavitt (1985) la ingeniería de reversa envuelve "el desmantelamiento de productos o equipo para encontrar cómo trabajan". Para Rosenberg y Firschtak (1985: 9), es una imitación y adaptación sin un acuerdo formal con el innovador; estos autores señalan la trascendencia de la ingeniería de reversa y sus vínculos con los departamentos de ingeniería de producción para la transferencia internacional de tecnología. Además, se ha documentado bastante el papel de la ingeniería de reversa en el proceso de asimilación de tecnología extranjera que llevó a cabo Japón en tecnologías maduras (véase apartado 6), como las de construcción de barcos, las de producción de hierro y acero, y las de productos electrónicos de consumo (Tsurumi, 1980; Ozawa, 1985; Lynn, 1985). Lo mismo se puede afirmar para el caso de los países identificados como los "tigres asiáticos", reportado por varios autores (Westphal, Kim y Dahlman, 1985; Schive, 1990; Gereffi y Wyman, 1989).

Sin embargo, en Guadalajara se encontró que la ingeniería de reversa se practica de manera muy limitada. De acuerdo con el estudio mencionado, llevado a cabo entre 1997 y 1999, la ingeniería de reversa en Guadalajara se limita a ciertas imitaciones y adaptaciones de tarjetas electrónicas (Rivera, 2002). Lo anterior encuentra varias explicaciones: una de ellas es la cantidad de recursos requeridos; tal como lo explica Pavitt (1985), esta práctica requiere un esfuerzo técnico y tantos recursos como aquellos que se requieren para el esfuerzo de investigación y diseño original. Otra razón es ofrecida por el subdirector del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en Guadalajara,[9] quien explica que las leyes de propiedad intelectual actuales son más restrictivas, comparadas con las existentes en el tiempo en que Japón y los otros países asiáticos de reciente industrialización se encontraban en el proceso de asimilación de tecnología extranjera. A las limitaciones legales y financieras, en México en general y en Guadalajara en particular, debe sumarse las limitaciones de equipo que sufren las instituciones de educación superior más específicas, aunque relacionadas con las financieras. Es decir, el uso primordial del equipo donado por las corporaciones es la enseñanza, y por tanto, no se puede desmantelar para realizar ingeniería de reversa; además, los laboratorios universitarios tampoco poseen el sofisticado equipo que se requiere para hacer este procedimiento.

No obstante lo anterior, el estudio de referencia encontró que cuatro de las universidades incluidas en el estudio han realizado ingeniería de reversa, aunque reducida a su mínima expresión. Esas instituciones han analizado y asimilado la tecnología incorporada en las tarjetas electrónicas y los microcontroladores donados por cuatro de las corporaciones incluidas en el estudio. Como siguiente paso en el proceso, estas instituciones diseñaron tarjetas electrónicas de acuerdo con sus propias necesidades; de esta manera, modificaron sus funciones y en algunos casos sustituyeron material para disminuir el costo, incluso superaron algunas limitaciones de las originales, como el sobrecalentamiento. Las tarjetas fueron reproducidas y modificadas con el propósito de ser usadas para las prácticas en los laboratorios de electrónica de los programas de maestría ofrecidos en esas instituciones. En otros casos, las tarjetas electrónicas fueron modificadas y adaptadas a instrumentos

[9] Comunicación personal, 5 de marzo de 1998 en Rivera, 2002.

específicos utilizados en la micro, pequeña y mediana empresa endógena (Rivera, 2002).

c) Entrenamiento de proveedores locales

Algunos autores han señalado que el entrenamiento de proveedores endógenos es uno de los mecanismos a través del cual las EMN transfieren tecnología a países extranjeros (Singer *et al.*, 1988; Lasserre, 1982). Aunque varios autores coinciden con Singer, la mayoría de ellos reconoce que el entrenamiento de las EMN a proveedores endógenos se limita a la metodología de control de calidad (Bonin, 1972; Schive, 1990; Stewart y Nihei, 1987); sin embargo, Liu reporta un entrenamiento formal y consistente, más allá del entrenamiento en control de calidad que las EMN proporcionaron a los proveedores taiwaneses (citado por Schive, 1990: 58-60). Schive señala que el entrenamiento que los expertos de las EMN ofrecieron a los proveedores endógenos estuvo dirigido no sólo a la mejora de la calidad de partes y componentes ya existentes, sino al desarrollo de nuevas partes y componentes (*Ibidem*: 58-60). Asimismo, en el caso del Valle del Silicio del Este, en Malasia, Palacios (1994) muestra una importante intervención de las EMN en el entrenamiento de 71 *bumipateras* incorporadas como proveedores endógenos de la industria electrónica en Penang, Malasia.

En el caso de Guadalajara, no obstante, el estudio realizado entre 1997 y 1999 detectó que sólo cinco de las 13 corporaciones incluidas en la muestra habían provisto entrenamiento a aproximadamente 12 proveedores endógenos. Asimismo, al analizar la naturaleza del entrenamiento provisto a partir de 1997, se constató que éste fue dirigido en mayor proporción al control de calidad. Desde el punto de vista de la industria, representada por los proveedores entrenados, la mayoría pertenece a la industria del cartón, del empaque y la impresión; la excepción son dos pequeñas empresas de la industria del plástico y una de la industria metal-mecánica. Resulta notable y cuestionable la ausencia de proveedores de la industria electrónica (Rivera, 2002).

Tres razones propician que llame la atención el hecho de que sólo a partir de 1997 los proveedores endógenos detectados fueron integrados y recibieron cierto entrenamiento. La primera, porque de acuerdo con el estudio de la OECD (1990), una de las condiciones impuestas a la IBM en 1985 y a todas las demás EMN que la siguieron adoptando los mismos patrones de inversión para establecerse como propietarias al 100% en Jalisco, fue precisamente entrenar proveedores endógenos. La segunda, porque de acuerdo con Wilson (1996), a

finales de los setenta Guadalajara ya tenía una industria metal-mecánica tan desarrollada como para atraer maquiladoras norteamericanas de autopartes. La tercera, porque para finales de 1989 Guadalajara tenía siete empresas electrónicas endógenas, de las cuales algunas se encontraban produciendo circuitos integrados e impresos, mientras otras ya eran capaces de producir y diseñar sus propias impresoras y computadoras (Wilson, 1996). Las dos últimas razones expuestas son indicadores de cierta capacidad endógena, tanto en la industria metal-mecánica como en la industria electrónica, lo que sin lugar a dudas sugiere la existencia de cierta capacidad de asimilación, en el caso de haber existido entrenamiento y apoyo financiero-tecnológico dirigido a realizar un esfuerzo serio por integrarlas como proveedoras de la industria electrónica.

El estudio más reciente (Rivera y Regino, 2004) sobre el aprendizaje tecnológico de los proveedores endógenos de la industria electrónica en Guadalajara es a través de la subcontratación de las EMN aún concluye que éste es mínimo. En cuanto a la transferencia de tecnología a través de las multinacionales comprueba que ésta se limita a cursos de control de calidad; sin embargo, detectó que la subcontratación estimula el proceso de aprendizaje tecnológico en la mayoría de las empresas endógenas subcontratadas, en lo fundamental mediante las exigencias y las demandas de las EMN contratistas. El estudio también demuestra, no obstante, la falta de planeación de los proveedores endógenos de Guadalajara en su proceso de aprendizaje tecnológico, quienes únicamente respondieron de manera reactiva ante las crisis planteadas por las exigencias de las EMN.

La cantidad, naturaleza y estructura del entrenamiento, dirigido en su mayoría a la industria de menor valor agregado como la del cartón, empaque e impresión, contrasta enormemente con el reportado por Schive en el caso de Taiwán en 1964, y con el reportado por Palacios en el caso de Malasia en los setenta y ochenta. En Taiwán el entrenamiento fue tal que de 0% de valor agregado en 1964, saltó a 50% en 1965 y a 75% en 1966, alcanzando 80% en 1967 (Schive, 1990). En el caso de Malasia, Palacios nota el importante papel de las EMN en la transferencia de tecnología a 71 proveedores endógenos en la industria de maquinaria, metal-mecánica, plástico y empaque (Palacios, 1994).

Ante esta diferencia en el entrenamiento de proveedores, una pregunta obligada es por qué las empresas mexicanas no han recibido un entrenamiento más significativo, de tal forma que les permita integrarse como proveedoras de la industria electrónica. Para responder a lo anterior, una de las hipótesis que se puede adelantar, tomando en cuenta la estructura internacional de la industria electrónica, se refiere a la estrategia internacional de contratación de

proveedores, misma que tiene que ver con su estrategia de producción global. Como sabemos, las estrategias de producción global de las multinacionales de la electrónica, entre éstas su sistema de proveedores y compromisos de compras, son diseñadas, decididas y pactadas en las casas matrices de las mismas, obviamente de acuerdo con sus intereses económicos, políticos o una combinación de ambos.

Para ilustrar lo anterior, citaré a Fiona Ortiz, de la agencia Reuters, quien señaló en julio de 2000 que ninguna de las empresas manufactureras en el Valle del Silicio Mexicano compraba más de 10% de sus requerimientos de materiales, partes y componentes en México, y que la mayoría de los entrevistados se mostró escéptica de que el porcentaje cambiaría en un futuro próximo (Ortiz, 2000). Ortiz reportó que "Los manufactureros de la industria electrónica por contrato (CEM) dicen que muy a menudo no pueden comprar materiales hechos en México porque sus EMN clientes, que son las empresas manufactureras de equipo original (OEM), tienen compromisos de compra en otras partes" (*Idem*). Citando textualmente a Humberto Uquillas, Director de Desarrollo para Latinoamérica en Jabil Circuits, Ortiz escribió:

> Estamos tratando de convencer a Dell para que nos deje comprar plástico y metal en México... podríamos conseguir esas partes aquí. Tiene una ventaja económica grande para Dell porque esto reduce costos de envío (Uquillas citado en Ortiz, 2000).

Es indudable que compromisos de compra de las EMN como el descrito influyen en la determinación de la cantidad, naturaleza y estructura del entrenamiento recibido por los proveedores endógenos, el cual estuvo dirigido básicamente a la industria de menor valor agregado. Esto explica también el reducido nivel de integración de la industria electrónica extranjera en la economía local, expresado en el bajo valor agregado[10], que de acuerdo con representantes de Cadelec y Canieti alcanzó 15% en 1998 y 16% en 2000.[11] Aunque este porcentaje de valor agregado representa un incremento con respecto al 4% reportado en 1994, éste es sumamente bajo, especialmente cuando se compara con el de Singapur[12], Corea del Sur[13] y Taiwán[14],

[10] El valor agregado fue estimado por Canieti usando diferencias entre el valor de las exportaciones y el de las importaciones, sin incluir el valor de la fuerza de trabajo.
[11] Valor estimado por la misma Cadelec.
[12] El dato de Singapur es para 1979.
[13] El dato de Corea del Sur es para 1977.
[14] El dato para Taiwán es para 1978.

donde el valor agregado de acuerdo con Wilson (1996) alcanza 42%, 33% y 27%, respectivamente.

4 Tecnologías transferidas y canales

Después de un análisis minucioso de las relaciones y vínculos establecidos entre las universidades de la región y las EMN de alta tecnología de la industria electrónica establecidas en Jalisco, el estudio encontró que cuatro tecnologías fueron transferidas y cuatro más fueron difundidas en la región. Las tecnologías transferidas son: a) el uso de la computadora AS400 para la producción de software, b) el uso de la celda de manufactura flexible, c) el uso de sistemas de automatización y control, y d) el uso de la tecnología de control de calidad. Las tecnologías difundidas son: a) el uso de la tecnología de diseño electrónico ASIC, b) el uso de las tecnologías de diseño electrónico digital (FPGA), c) el uso de la tecnología de diseño electrónico análogo (FPAA), y d) la tecnología de montaje superficial (SMT).

La transferencia se llevó a cabo a través de diferentes canales. Uno de éstos es la donación que hizo Electronix de la computadora AS400 y del entrenamiento en su uso para hacer software, que se proporcionó a los mejores estudiantes de una de las universidades que participaron en la muestra; esa corporación había transferido tecnología en el uso de la mencionada computadora, que de acuerdo con uno de los expertos entrevistados, en 1994 incorporaba tecnología de punta (Rivera, 2002). De acuerdo con el coordinador del Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la universidad citada, Electronix ofrecía este curso a los mejores estudiantes próximos a graduarse; los estudiantes eran identificados por la institución a petición de la empresa y algunos de ellos eran considerados candidatos a ser contratados por la empresa posteriormente. Dentro del marco de este acuerdo de cooperación entre Electronix y esa institución educativa, para 1997 ya se habían seleccionado 5 generaciones de ingenieros en electrónica y computación, habiéndose entrenado en cada una de ellas entre 20 y 25 estudiantes (Rivera, 2002).

Las estrategias de manufactura flexible fueron transferidas a través de un curso de entrenamiento ofrecido por dos corporaciones a sus empleados, Electronix y Beltronics. El análisis destaca que mediante los cursos ofrecidos a profesores (como entrenamiento profesional) y a estudiantes (como prácticas de entrenamiento intraempresarial) de cuatro universidades dentro del marco de actividades de cooperación, se transfirió el uso de tecnología en

manufactura flexible. Este entrenamiento fue ofrecido por Kelectron a un profesor de cada una de las cuatro instituciones y a 20 estudiantes de una de esas cuatro a través de prácticas de entrenamiento. Abectronics también ofreció el entrenamiento a estudiantes de la misma institución. En todos los casos el entrenamiento tuvo un mes de duración. Este curso también fue ofrecido a dos de las empresas endógenas incorporadas como proveedoras de la industria electrónica incluidas en la muestra del estudio de Rivera y Regino (2004) sobre aprendizaje tecnológico bajo la subcontratación.

La transferencia de tecnología en automatización y control también fue posible mediante entrenamiento profesional a profesores en el marco de actividades de cooperación; este curso sólo fue ofrecido por Abectronics a dos profesores de dos IES incluidas en el estudio y tuvo un mes de duración.

De manera más generalizada, el estudio registra un entrenamiento en control de calidad a través del cual ocho corporaciones ofrecieron cursos de ISO 9000 y 14000 a sus empleados; estas corporaciones fueron Ielectronix, Kelectron, Dielectron, Electronix, Conductromex, Beltronics, Fectromex y Abectronics; sin embargo, los cursos fueron impartidos por seis de las universidades de la región. Aunque de manera menos generalizada, 12 proveedores endógenos recibieron el entrenamiento en control de calidad; éste fue impartido por cinco corporaciones: Beltronics, Conductromex, Dielectron, Fectromex y Electronix.

Basado en lo anterior, este estudio registra como tecnologías transferidas: a) el uso de la computadora AS400 para la producción de software, b) el uso de la celda de manufactura flexible, c) el uso de sistemas de automatización y control, y d) el uso de la tecnología de control de calidad. Se considera que esta última tecnología ha sido difundida en la cultura empresarial de la región, más por imitación que por convencimiento.

En cuanto a las tecnologías se habla de difusión y no de transferencia porque no se trata de tecnologías que se desconocieran en la región, ya que algunas de éstas ya eran manejadas por una o dos pequeñas empresas electrónicas endógenas que existían al final de la década de los ochenta (Wilson, 1996), mientras que todas estas tecnologías ya eran utilizadas por una sola IES (Rivera, 2002). En estas condiciones, el estudio reconoce cuatro tecnologías que fueron difundidas en cuatro universidades de la región: a) el uso de la tecnología de diseño electrónico (ASIC), b) el uso de las tecnologías de diseño electrónico digital (FPGA), c) el uso de la tecnología de diseño electrónico análogo (FPAA), y d) la tecnología de montaje superficial (SMT).

En el caso de las primeras tres tecnologías, el estudio reporta que fueron recibidas por cuatro instituciones de educación superior a través de la donación de software que hicieran cinco corporaciones: Conductromex, Electronix, Beltronics, Abectronics y Dielectron. En el caso de la tecnología de montaje superficial (SMT), ésta fue difundida a través de algunos cursos a estudiantes y de donación de una máquina de montaje superficial al Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI), institución de enseñanza tecnológica que si bien estuvo fuera de los parámetros establecidos para el diseño de la muestra, fue entrevistada cuando los periódicos locales publicaron la información sobre la donación de ese equipo.

5 El grado de capacidad transmitida

Este estudio se basa en la clasificación de Dahlman, Westphal y Shiowattana (1983, citado por Yamashita, 1991: 175-176) para analizar el grado de capacidad transmitida en la transferencia tecnológica recibida. Los autores consideran la transferencia tecnológica como un proceso de aprendizaje que implica la adquisición de un entendimiento cada vez más profundo de la tecnología de que se trata, identificado por ellos como un efecto de profundización. Dahlman, Westphal y Shiowattana dividen los grados de entendimiento en estadios interrelacionados, que van del grado más superficial al más profundo; en el orden señalado estas capacidades son: *capacidad de adquisición*,[15] *capacidad de operación, capacidad de inversión, capacidad de adaptación* y *capacidad de innovación*.

Sobre esta base, el análisis del grado de capacidad transmitida a través de las cuatro tecnologías transferidas y difundidas en algunas de estas universidades, empleados y proveedores de la región indica que la mayor parte de la transferencia se concentra en la absorción de *capacidades operativas*. Es decir, 78% del entrenamiento provisto a los empleados de estas corporaciones, y 100% del entrenamiento provisto a los estudiantes y maestros de cuatro universidades, va dirigido a fortalecer las capacidades operativas. Asimismo, se detectó que 100% de los cursos proporcionados a 12 proveedores locales va dirigido a fortalecer sus capacidades operativas.

En cuanto a la *capacidad de adquisición*, el estudio sobre el aprendizaje tecnológico de los proveedores endógenos (Rivera y Regino, 2004) reporta que

[15] Este estadio es aplicable sólo en el caso de los proveedores endógenos reportado en el estudio del aprendizaje tecnológico bajo la subcontratación (Rivera y Regino, 2004).

80% de los proveedores ha comprado maquinaria o contratado paquetes tecnológicos con compañías extranjeras a causa de las exigencias de sus clientes, las EMN. Se puede afirmar, entonces, que los proveedores endógenos en la muestra han realizado investigación de tecnologías, han seleccionado y evaluado alternativas tecnológicas para tomar la decisión de adquirir la tecnología más apropiada. En consecuencia, han llevado a cabo negociación de la tecnología, pruebas de instalación y la misma instalación de la tecnología. Se concluye, pues, que 80% de los proveedores endógenos contrajo cierta capacidad de adquisición. Las tecnologías adquiridas por estos proveedores se presentan en el Gráfico 2 del apartado 6 sobre el nivel de madurez de la tecnología.

En relación con la *capacidad de inversión* transmitida por estas empresas, el estudio no encontró mayor evidencia de que esto haya ocurrido. En virtud de que uno de los mecanismos más comunes para adquirir inversión es a través de coinversiones entre nacionales y extranjeros (*joint ventures*), este estudio no encontró evidencia significativa de este tipo de asociaciones. En 1997 se detectan nueve empresas de coinversión de entre más de 60 corporaciones. Más aún, la mayoría de las seis empresas derivadas (*spin-off*) registradas en el trabajo de Palacios (1994) ha desaparecido o ha recobrado 100% como propietarias inversionistas, al verse favorecidas por los cambios en la Ley de Inversión Extranjera que dejó de requerir 51% de coinversión mexicana. Asimismo, han desaparecido 71% de las siete pequeñas empresas electrónicas reportadas en 1989 por Wilson (1996) y 40% de las ocho reportadas en 1994 por Palacios (1994). En consecuencia, el presente estudio no encontró evidencia que soporte la adquisición de capacidad de inversión en la región.

Por lo que se refiere a la adquisición de *capacidad de adaptación*, este estudio considera que, aunque limitada, existe cierta capacidad de adaptación promovida por estas corporaciones en Guadalajara. Esta capacidad es promovida a través de la donación de fondos, de software y de hardware recibidos de algunas de las corporaciones por cuatro instituciones, los cuales contribuyen a fortalecer las prácticas de laboratorios y los ejercicios creativos que promueven algunas universidades con las exposiciones de diseño electrónico que organizan anualmente (Rivera, 2002). Asimismo, la adquisición de capacidades de adaptación es promovida dando empleo a investigadores mexicanos, quienes de acuerdo con el estudio mencionado, eran cerca de 300 en 1997. Esta perspectiva asume que los investigadores mexicanos que trabajan en los departamentos de investigación de estas corporaciones tienen la oportunidad de desarrollar y fortalecer su capacidad de adaptación gracias al ambiente propicio donde se desenvuelven, no obstante que estos profesionales fueron contratados por las corporaciones ya entrenados y con ciertas capacidades para desempeñar funciones de adaptación e innovación. Es muy difícil determinar cuánta de esa capacidad es adquirida dentro de las corporaciones y cuánta se encontraba ya incorporada en ellos. Un importante caso que puede ilustrar el nivel de capacidad de adaptación incorporada en los ingenieros de piso contratados por las EMN en Guadalajara, es el caso de los robots; aquí se reproduce la narración de un observador interno:

> En esta corporación, la línea de producción para el montaje de discos duros está compuesta por robots. Dado que la corporación planeaba fabricar discos duros que incorporaban tecnología de punta, la tecnología para su montaje necesitaba ser cambiada también. Por esta razón, se había anunciado la destrucción de los robots, que ya representaban tecnología obsoleta para fabricar los discos duros de punta.
>
> Sin embargo, un grupo de ingenieros de piso, por iniciativa propia, hizo las modificaciones y desarrollos necesarios para que los robots pudieran montar el nuevo modelo de discos duros de punta, y las adaptaciones y modificaciones hechas a los robots por estos ingenieros mexicanos funcionaron... necesarios [los robots] estuvieron trabajando bien... la corporación empezó la producción de los nuevos modelos de discos duros y mantuvo su producción por varios meses.
>
> No obstante lo anterior, algunos meses después, razones de mercado hicieron que la compañía cerrara esa línea de producción, corriendo a los ingenieros que participaron en las adaptaciones y desarrollos a los robots. Pero cuando uno de estos ingenieros oyó que los robots iban a ser destruidos, pidió que le regalaran uno para su universidad [donde estudiaba una maestría]; la respuesta fue NO... los robots necesitan ser destruidos... [la corporación] pensó que sería mejor destruirlos en lugar de regalarlos a las universidades... ¿Puede usted creer eso? (Rivera, 2002).

Es importante enfatizar que esta demostración de capacidad de adaptación fue hecha por los ingenieros de piso, no por los investigadores trabajando en las unidades de I&D de esta empresa, la cual muestra el nivel de capacidad de adaptación incorporada en ingenieros mexicanos recién contratados, quienes nunca habían sido investigadores en ésta o en otra corporación. El ejemplo anterior, también sugiere la hipótesis de que existe cierta tecnología central celosamente protegida por la corporación y que no será transferida a las universidades, por lo que se prefiere destruirla antes de que sea asimilada o difundida en el país anfitrión.

Sin embargo, una segunda hipótesis apunta hacia la existencia de una contradicción entre dos políticas nacionales, la política de industrialización basada en la estrategia de atraer capital extranjero para adquirir tecnología y capital, y la política fiscal, que aparentemente obstaculiza a la primera a través de impuestos a las corporaciones por donar equipo a instituciones educativas en el país. Esta segunda hipótesis surge basada en la declaración de la corporación del ejemplo referido y de algunas otras, que explican que los robots fueron destruidos porque, de no hacerlo así, serían obligados a pagar impuestos para que el equipo se quede en México. De confirmarse esto, estaríamos hablando de una muy grave y nociva contradicción para el objetivo propuesto de asimilar tecnología a través de IED.

En el caso de los proveedores endógenos, de acuerdo con los resultados del estudio empírico mencionado (Rivera y Regino, 2004), los cinco proveedores incluidos en la muestra adquirieron cierta capacidad de adaptación, ya que hicieron pequeñas modificaciones a los sistemas de control de calidad recibidos de sus EMN clientes con el fin de adaptarlos a sus sistemas de producción, de abastecimiento, de alimentación y de materiales, así como a su producto. Lo mismo sucedió con las tecnologías de manufactura flexible transferidas por una compañía contratista a sólo dos de estas empresas proveedoras. Por lo anterior, se puede afirmar que los proveedores endógenos adquirieron cierta capacidad de adaptación, aunque ésta es incipiente.

Con respecto a la transferencia de *capacidad de innovación*, el estudio de referencia no encontró evidencias de un impacto importante de las corporaciones de la electrónica en Guadalajara. Aunque a finales de 1997 cinco de 13 corporaciones en la muestra ya habían establecido laboratorios de investigación y desarrollo, no se registró un impacto significativo en la comunidad académica, ni en la estructura industrial de la región, ya que no existen vínculos en ese rubro. Tal como lo reporta el estudio previo, entre 1997 y 1999 no existían proyectos conjuntos de investigación básica o aplicada entre las universidades y esta industria, al menos en las áreas centrales relacionadas con la electrónica (Rivera, 2002).

Es necesario aclarar que existieron en el pasado algunos proyectos conjuntos mediante los cuales una de las instituciones en la muestra, el Cinvestav, realizó algunos desarrollos tecnológicos para varias de estas corporaciones (véase Rivera, 2002). Se puede afirmar, sin lugar a dudas, que la falta de proyectos conjuntos de investigación no se puede explicar por falta de capacidad de las instituciones mexicanas, al menos en el caso del Cinvestav. Esta institución inició proyectos conjuntos de investigación aplicada y de diseño

electrónico con la industria transnacional con operaciones en Estados Unidos y algunos países de Europa muy poco después de su instalación en Guadalajara, lo que le permitió ser autofinanciable desde 1995. Más aún, si se puede hablar de cierto impacto positivo de esta institución mexicana en esas corporaciones, la afirmación de que no hay falta de capacidad en México se fundamenta no sólo en los desarrollos tecnológicos que el Cinvestav realizó para cuatro de estas empresas, sino también en la incubación y desarrollo de la empresa TDCOM, adquirida recientemente por Intel con todo y el personal de ingeniería que trabajaba en ella, entrenado por la misma institución educativa.

6 Nivel de madurez de la transferencia tecnológica

Un análisis de la tecnología incorporada mediante las donaciones recibidas por cuatro universidades indica que el nivel de madurez de estas tecnologías podría ser ubicado en un estadio intermedio, entre tecnología semimadura y tecnología de punta. Utilizando la matriz de posicionamiento[16] desarrollada por Medina (1993), en la cual cada tecnología es colocada de acuerdo al rol y nivel de madurez en un espacio y tiempo determinado, se posicionan las tecnologías transferidas y difundidas en la región (ver matriz en el Gráfico 1). Asimismo, en el Gráfico 2 se posicionan las tecnologías adquiridas por los proveedores endógenos de las industrias del cartón, empaque e impresión, a partir de las presiones impuestas por las demandas y exigencias de las EMN que los contrataron.

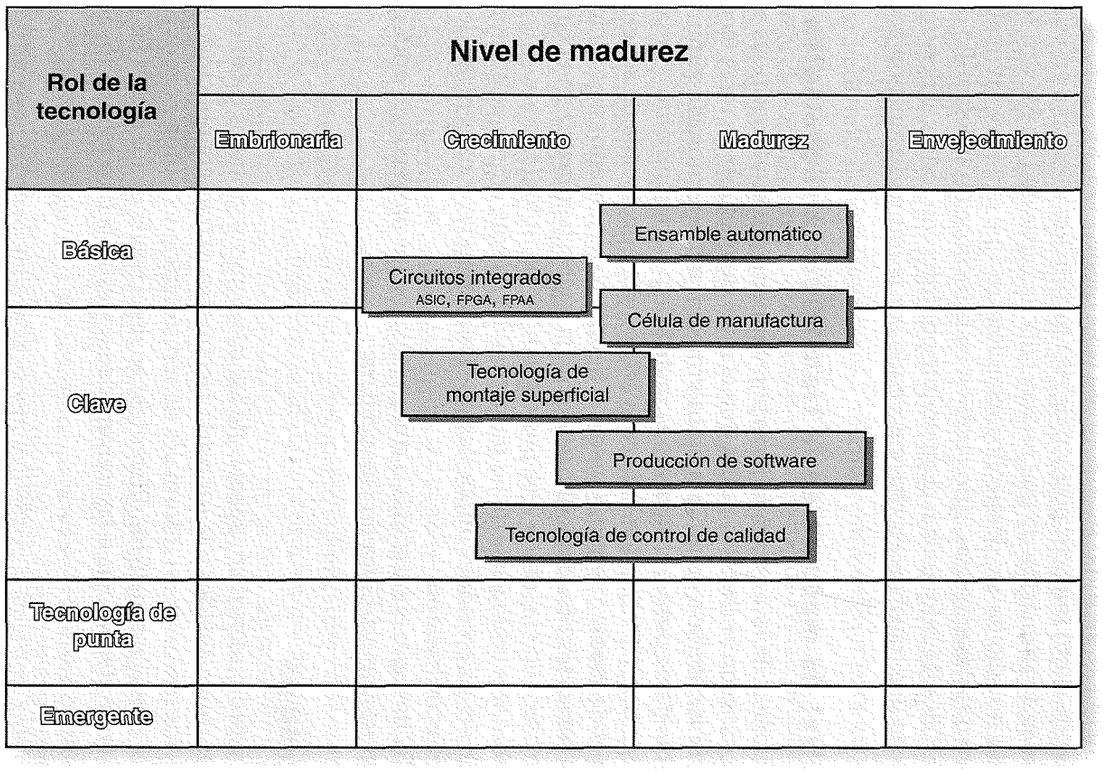
Tecnologías contratadas o compradas por los proveedores endógenos de la industria electrónica en Guadalajara.

7 Análisis

Este estudio identificó, además de las relaciones y vínculos establecidos entre las universidades y la industria electrónica extranjera operando en la región, los mecanismos informales de transferencia tecnológica activados. Por tanto, también señaló los diferentes canales a través de los cuales las EMN han transferido tecnología a las universidades y éstas la han asimilado, adaptado

[16] Esta matriz representa la perspectiva internacional a inicios de los noventa. Comprende desde el rol emergente, pasando por la tecnología de punta y la tecnología clave, hasta la tecnología básica; en cuanto a nivel de madurez van desde la etapa embrionaria, de crecimiento y de madurez, hasta la de envejecimiento.

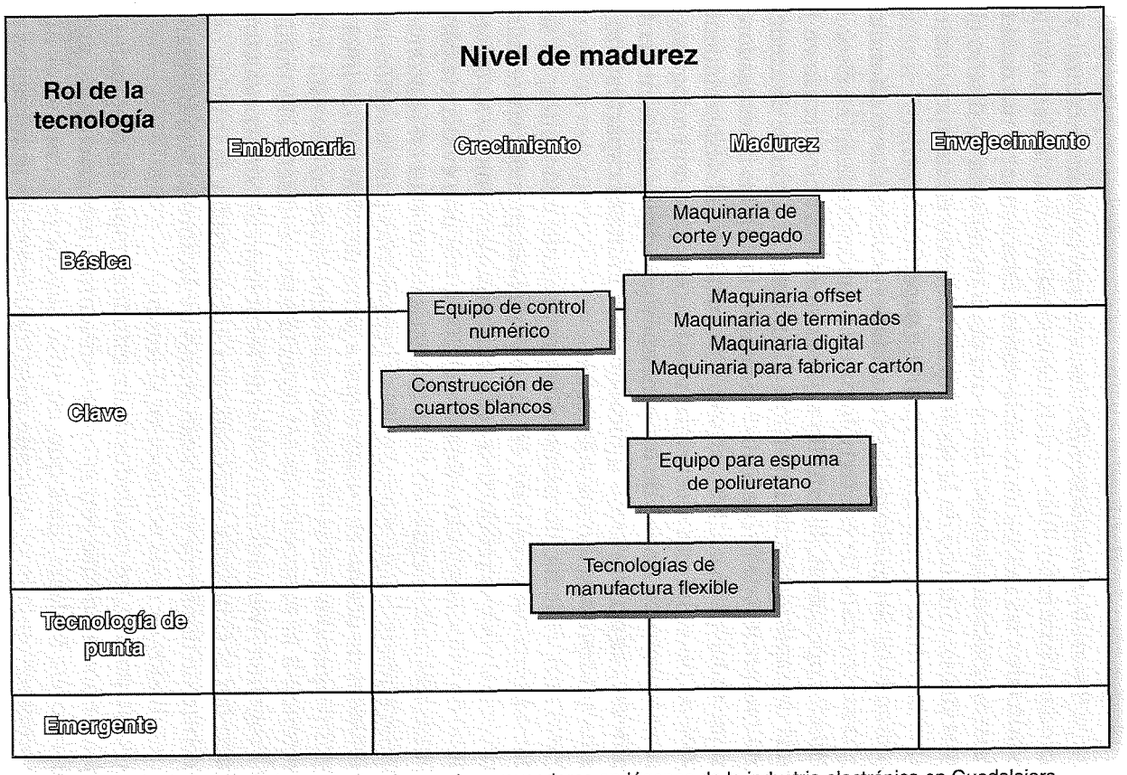
Gráfico 1 Tecnologías transferidas por las EMN en Guadalajara



Nota: Tecnologías transferidas por las EMN en su relación con universidades y a través del entrenamiento provisto a empleados y algunos proveedores

Fuente: Rivera, 2002

Gráfico 2 Tecnologías contratadas por los proveedores endógenos en Guadalajara



Nota: Tecnologías contratadas o compradas por los proveedores endógenos de la industria electrónica en Guadalajara

Fuente: Rivera-Regino, 2004

y modificado; también se describieron las capacidades tecnológicas adquiridas por los proveedores endógenos de Guadalajara. El estudio encontró que las tecnologías transferidas fueron cuatro: a) *el uso de la computadora AS400 para hacer software*, b) *manufactura flexible*, c) *automatización y control*, y d) *control de calidad*. Asimismo, fueron detectadas cuatro tecnologías cuyo uso fue difundido entre las instituciones de la región; éstas son: a) el uso de la tecnología de diseño electrónico (ASIC), b) el uso de la tecnología de diseño electrónico digital (FPGA), c) el uso de la tecnología de diseño electrónico análogo (FPAA), y d) el uso de la tecnología de montaje superficial (SMT).

El análisis del grado de las capacidades transferidas y difundidas indica que la mayor parte de esa tecnología está concentrada en la absorción de capacidades operativas. El estudio no encontró mayor evidencia en la transferencia de capacidades de inversión e innovación, aunque concede a las EMN cierta promoción de la capacidad de adaptación en los investigadores mexicanos que trabajan en sus laboratorios. Por otro lado, el desplazamiento de 71% y 40% de las empresas electrónicas y de computación endógenas que existían en la región a finales de los ochenta y principios de los noventa, respectivamente, es un poderoso indicador de la limitada capacidad de inversión que ha sido proporcionada a la región.

Más aún, el reducido número de proveedores endógenos, en su mayoría de la industria del cartón, del empaque y de la impresión, entrenados e incorporados a la cadena productiva de la industria electrónica y su correspondiente 16% de valor agregado a finales del 2000, son una evidencia contundente del bajo nivel de integración de la industria electrónica en la economía regional. Sin embargo, han abierto nuevas perspectivas para la región las intensas actividades de diseño electrónico que a partir de 2000 realiza Intel con ingenieros preparados por el Cinvestav, así como el apoyo que esta empresa está ofreciendo a la formación de los especialistas en diseño electrónico dentro del Programa Avanzado en Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS) creado por el Cinvestav y apoyado por el Coecytjal y la instalación del nuevo centro de diseño de semiconductores de Motorola. Será necesario evaluar los resultados de estas acciones en el futuro.

Por lo pronto, los resultados de los estudios empíricos reportados aquí contrastan enormemente con el entrenamiento e integración de proveedores ocurrido en Malasia, país que no sólo supera por mucho al número de proveedores en Jalisco, sino que muestra diferencias importantes en el tipo de industria incorporada como proveedor. A diferencia de Jalisco, Malasia ha integrado a proveedores de las industrias de maquinaria, metal-mecánica y

del plástico, además de la del cartón y del empaque, a pesar de que Malasia también se integró en el segmento de más bajo valor agregado y que de acuerdo con el reporte de Palacios (1994) recibió a las mismas OEM establecidas en Jalisco. Estas diferencias no encuentran explicación en la falta de capacidad de absorción científico-tecnológica de Jalisco, ya que los niveles de capacidad de absorción reportados en el Valle del Silicio del Este, en Malasia, en los setenta y ochenta, época en que ocurrió su transferencia tecnológica, son bastante bajos comparados con el nivel que existía en el Valle del Silicio Mexicano durante finales de los noventa.

De acuerdo con el entonces director del Centro Tecnológico para el Desarrollo de Habilidades de Manufactura (Cetedem), "Penang a duras penas tenía en ese tiempo una universidad técnica" (Rivera, 2002). La falta de otras instituciones de educación superior y de investigación en Penang, Malasia, también es señalada en la descripción de Palacios (1994) y en la Enciclopedia Internacional de Educación Superior (Altbach, 1991). Al respecto, esta fuente reporta un radio de inscripción en educación superior a 3%, lo cual explica por qué en el Valle del Silicio del Este solamente dos corporaciones de 142 habían establecido centros de investigación y desarrollo, y uno de ellos era dirigido por un extranjero (Palacios, 1994). En Jalisco, la mayor capacidad de absorción científico-tecnológica, específicamente en diseño electrónico, fue descrita previamente con las 17 patentes de nivel internacional producidas por investigadores mexicanos en los laboratorios de investigación de estas corporaciones, con los desarrollos tecnológicos producidos en el Cinvestav para estas corporaciones, con la demostración de capacidad de adaptación de los ingenieros de piso en el caso de los robots (véase apartado 5 de este estudio), y con la empresa de diseño creada en esa institución de educación superior y recientemente adquirida por Intel. Esta corporación, como ya se mencionó antes, se instaló en 2000 con la única función de diseño electrónico, de hecho, de acuerdo con Palacios (1994: 37) Motorola ha declarado que "la primera ventaja competitiva de las empresas electrónicas operando en México, comparada con sus contrapartes en el Pacífico asiático, es el desarrollo de tecnologías locales".

8 Conclusión

Los resultados observados en Guadalajara, después de más de 15 años de operaciones corporativas con exención de impuestos y concesión de incentivos, son del tipo que puede dar lugar al fenómeno de círculo vicioso que Cantwell

(1995a) y Pérez (1998) señalan que ocurre como resultado del proceso de internacionalización pasiva. Este círculo vicioso es evidenciado con el importante desplazamiento de la industria electrónica endógena, el bajo nivel de integración de las EMN de la electrónica en la economía regional, y el mínimo derramamiento de tecnología demostrado en el Valle del Silicio Mexicano. Lo anterior sugiere que a pesar de que se procuró diseñar políticas y estrategias similares a las establecidas en los países asiáticos, éstas no han sido lo suficientemente coherentes ni han sido acompañadas de las necesarias reformas estructurales que permitan crear condiciones para alcanzar una competitividad sistémica; por tanto, es de entender que no dieron los resultados esperados.

De acuerdo con Pérez (1998) y Cantwell (1995a), entre otros factores, el papel del Estado en la promoción y puesta en marcha de políticas estratégicas para que exista interacción entre las empresas extranjeras y las empresas e instituciones endógenas son factores que determinan la génesis de círculos virtuosos o viciosos y especialmente la diferencia en transferencia tecnológica entre regiones geográficas. Como se señaló inicialmente, el Estado mexicano estableció e implementó políticas y estrategias dirigidas a promover la transferencia tecnológica. Como se recordará, la transferencia de tecnología, el entrenamiento de proveedores y el establecimiento de relaciones con las instituciones académicas regionales fueron condiciones impuestas originalmente por el gobierno federal desde 1985 a cambio de exención de impuestos y concesión de una serie de incentivos. En el caso de Jalisco, la ley de promoción económica elaborada por el gobierno del estado en 1997 (Seproe, 1997) confirma la existencia de estrategias en la misma dirección.

Aunque las políticas y estrategias estaban bien definidas y se han mantenido hasta la fecha, los resultados encontrados durante los periodos que incluyen los estudios empíricos de referencia no son los esperados. A pesar de ello, han traído nuevas perspectivas para la región las nuevas actividades de diseño electrónico de Intel, así como el apoyo que esta empresa está ofreciendo a la formación de los especialistas en diseño electrónico dentro del Programa Avanzado en Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS), y la instalación del nuevo centro de diseño de semiconductores de Motorola, donde seguramente se generarán nuevas dinámicas.

La evidencia que proveen los estudios empíricos de referencia es que, a diferencia del caso de Malasia, las políticas y estrategias diseñadas y establecidas por el Estado mexicano han sido insuficientes para proteger la industria endógena e incapaces de promover la incorporación de un número más significativo

de proveedores en industrias de mayor valor agregado para insertarlas en la cadena productiva de la industria electrónica. Entre las circunstancias que explican esa diferencia, además de la falta de competitividad sistémica, contexto dentro del cual debe enfatizarse las limitaciones de infraestructura y la corrupción como factores que colocan a México en un nada honroso 51° lugar en competitividad (World Competitiveness Scoreboard, 2000), se encuentran condiciones históricas, económicas y políticas que se originaron en la situación geopolítica estratégica de los países asiáticos (véase Rivera, 2002; Castells y Laserna, 1989; Cummings, 1994; Gereffi y Wyman, 1989; Wilson, 1996).

Si se analiza más detenidamente el papel que desempeñó el Estado en la aplicación de políticas y estrategias, todo indica que pese al diseño de las políticas y estrategias, algo no funcionó en el proceso de ejecución, coordinación, coherencia y observancia en el cumplimiento de las condiciones impuestas. Aunque este estudio no encontró una evaluación sistemática y específica de la ejecución, coordinación, coherencia, observancia y resultados de las políticas y estrategias establecidas para la industria electrónica, un estudio sobre la pequeña y mediana industria en México señala la duplicación y falta de coordinación en los programas dirigidos a apoyar estas industrias (Dussel Peters, 2001). En caso de comprobar la existencia de la política fiscal que impone pago de impuestos para maquinaria y equipo que las EMN desean donar a las universidades, estaríamos identificando una contradicción entre políticas nacionales. Así el estudio sugiere la existencia de cierta falta de coordinación y coherencia en la ejecución de las políticas y estrategias dirigidas a apoyar el objetivo de absorción y aprendizaje tecnológico, ya que no hubo un proceso de planeación sistémica del mismo por parte de los proveedores endógenos, y consecuentemente, el entrenamiento de estos no logró su propósito.

En cuanto a la observancia en el cumplimiento de las políticas y estrategias establecidas por el Estado mexicano, algunos autores sugieren que al gobierno mexicano le ha faltado capacidad de negociación por su urgente necesidad de inversión en dólares y creación de empleos (Castells y Laserna, 1989).

Aunque respecto de esta condición política y económica no hay mucho qué sugerir en este documento, sí se puede apuntar la necesidad de promover una mayor planeación, coordinación y coherencia en el diseño de políticas y estrategias dirigidas a apoyar a la pequeña y mediana industria, y de manera más específica, a la industria susceptible de ser integrada como proveedora en la cadena productiva de la electrónica. Así, a partir de este análisis y perspectiva se sugiere lo siguiente:

1. Fomentar los programas en diseño electrónico que van dirigidos a formar especialistas con capacidades empresariales para fortalecer el proceso de vinculación de sistemas de innovación endógenos con sistemas de innovación internacionales, proceso ya iniciado por el Cinvestav-Coecytjal y directamente apoyado por Intel.
2. Establecer políticas de apoyo financiero y tecnológico dirigidas a la pequeña y mediana industria susceptible de ser integrada como proveedora en la cadena productiva de la electrónica.
3. Inducir la planeación sistémica del proceso de aprendizaje tecnológico, especialmente en el caso de los proveedores endógenos.
4. Promover proyectos estratégicos tendientes a eficientar la infraestructura en ferrocarriles, aeropuertos, carreteras, telecomunicaciones y puertos, de tal forma que se permita la transportación de productos con rapidez y a bajo costo.
5. Eliminar al máximo los sistemas burocráticos que obstaculizan y entorpecen la inversión y operación eficiente de empresas.
6. Promover la evaluación sistemática de la ejecución, coordinación, coherencia, observancia y resultados de las políticas y estrategias establecidas.
7. Promover una mayor vinculación entre las universidades y la industria electrónica, procurando encontrar una estrategia que permita a las universidades dar respuesta a las necesidades planteadas por la industria, sin menoscabo de las habilidades de diseño electrónico, hasta ahora objetivo curricular en vigor.

Índice de referencias

Altbach, P. (ed.) (1991) *International Higher Education: an Encyclopedia*, Nueva York, Garland Publishing, Inc., v. 1: 511-524

Bonin, B. (1972) "The multinational firm as a vehicle for the international transmission of technology" en G. Paquet (ed.) *The multinational firm and the nation state*, Don Mills, Canadá, Collier-Macmillan: 111-126.

Cantwel, J. (1995a) "Multinational corporations and innovatory activities: Towards a new, evolutionary approach", en Molero (ed.) *Technological Innovation, Multinational Corporations and New International Competitiveness: The case of intermediate_countries,* Nueva York, Harwood Academic Publishers

Castells, M. y R. Laserna (1989) "The new dependency: Technological change and socioeconomic restructuring in Latin America" en *Sociological Forum*, (4)

Castillo, P.D. (1992) *Technology transfer via multinational high technology firms: The Guadalajara, Mexico experience,* Tesis inédita de maestría, Texas, University of Texas at Austin

Caves, R. (1974) *Effects of international technology transfer on the US economy*, Washington D.C., National Science Foundation: 36-48

Coecytjal (2003) *Programa Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco 2001-2007*, Guadalajara, Jalisco, Gobierno del Estado de Jalisco-Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología

Cummings, B. (1994) "The origins and development of the Northeast Asian political economy: Industrial sectors, product cycles, and political consequences" en *International Organization* 38 (1): 1-40

Dahlman, C. y L. Westphal (1983) "The transfer of technology: Issues in the acquisition of technological capability by developing countries" en *Finance and Development núm. 20,* diciembre: 6-9

Dahlman, Westphal y Shiowattana (1983) en Yamashita (1991)

Dussel Peters, E. (1999) *La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa*, Santiago de Chile, N.U. CEPAL

Dussel Peters, E. (2001) "Condiciones y retos de las pequeñas y medianas empresas en México. Estudio de casos de vinculación de empresas exitosas y propuestas de política" en Enrique Dussel Peters (coord.) (2001) *Claroscuros: Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México,* México, Editorial Jus

Gereffi, G. y D. Wyman (1989) "Determinants of development strategies in Latin America and East Asia" en Haggard, Stephan & Moon, Chung-In (eds.) (1989) *Pacific dynamics: The international politics of industrial change,* CIS, INHA University

Kim, L. (1980) "Stages of development of industrial technology in a developing country: A model" *Research Policy*, núm. 9, julio: 254-277

Larsen, J.K., R.T. Wigand y E.M. Rogers (febrero de 1987) "Industry-university technology transfer in microelectronics. Report submitted to the National Science Foundation" citado por R. Wigand en F. Williams y D. Gibson, (1990) *Technology Transfer: A communication Perspective*, Newbury Park, CA, Saga Publications

Lasserre, P. (1982) "Training: Key to technological transfer" en *Long Range Planning* núm. 15: 51-60

Lewis, A. (1958) "Economic development with unlimited supplies of labor" en A. Agarwala y S. Singh (eds.) *The economics of underdevelopment,* Londres, Oxford University Press

Lynn, L. (1985) "Technology transfer to Japan: What we know, What we need to know, and What we know that may not be so" en N. Rosenberg y C. Firschtak (eds.) (1985) *International technology transfer: Concepts, measures, and comparisons*, Nueva York, Praeger

Mansfield, E. *et al.* (1982) *Technology transfer, productivity and economic policy*, Nueva York, Norton

Mansfield, E. y A. Romeo (1980) "Technology transfer to overseas subsidiaries by U.S. based firms" en *Quarterly Journal of Economics*, núm. 95: 737-750

Martínez C. y C. Neme (junio de 2004) "La ventaja comparativa de China y México en el mercado estadounidense" en *Comercio Exterior,* v. 54, núm. 6

Medina, F. (1993) *Administración de la tecnología para ventajas competitivas*, Guadalajara, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

OECD (1990) *Foreign direct investment and industrial development in Mexico*, París, Francia, CEDEX-OECD

Ortiz, F. (2000) "Help wanted in Guadalajara hi-tech factories", México, Reuters

Ozawa, T. (1985) "A newer type of foreign investment in Third World resource development" en *Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali* 29 (12): diciembre

Palacios, J.J. (1994) *Foreign direct investment and technology transfer in the Pacific Rim: The case of the electronics industry in two proto-silicon valleys,* Vancouver, B.C., Institute of Asian Research at the University of British Columbia, CAPRI Special Series núm. 4

Paquet, G. (ed.) (1972) *The multinational firm and the nation state*, Toronto, Canadá, Collier-Macmillan

Pavitt, K. (1985) "Transfer among industrial advanced countries" en N. Rosenberg y C. Firschtak (eds.) *International Technology Transfer, Concepts, Measures, and Comparisons*, Nueva York, Praeger Publishers

Pérez, T. (l998) *Multinational enterprises and technological spillovers*, The Netherlands, Harwood Academic Publishers

Rivera, M.I. (2002) *Technology transfer via university-industry relationship: The case of the foreign high technology electronics industry in Mexico's Silicon Valley*, Nueva York-Londres, RoutledgeFarland

Rivera, M.I. y J. Regino (marzo de 2004) "Aprendizaje tecnológico en los proveedores de la industria electrónica", Guadalajara, México, *Comercio Exterior*, v. 54, núm. 3

Robinson, R. (1988) *The International Transfer of Technology: Theory, Issues and Practice*, Cambridge, MA, Ballinger Publishing Company: 74-76

Rodríguez-Clare, A. (1996) "Multinationals, linkages, and economic development" en *The American Economic Review,* 86, (4): septiembre

Rosenbeg, N. y C. Firschtak (eds.) (1985) *International technology transfer, concepts, measures, and comparisons*, Nueva York, Praeger Publishers

Safarian, A. y G. Bertin (eds.) (l987) *Multinational, governments, and international technology transfer*, Londres, Croom Helm

Schive, Ch. (1990) *The foreign factor: The multinational corporation's contribution to the economic modernization of the Republic of China*, Stanford, CA, Hoover Institution Press

Seproe (Secretaría de Promoción Económica (1997) *Ley para promover la inversión del Estado de Jalisco*, Guadalajara, Jalisco, Gobierno del Estado

Shiowattana, P. (1991) "Technology transfer in Thailand's electronic Industry" en S. Yamashita (ed.), *Transfer of Japanese technology and management to the ASEAN countries*, Tokio, Japón, University of Tokyo Press

Shumpeter, J.A. (1928) "The instability of capitalism" *Economic Journal*: 361-386

Singer, H. *et al.* (1988) *Technology transfer by multinationals. Part I and Two*, Nueva Delhi, Ashish Publishing House

Singh, V. (1983) *Technology transfer and economic development: Models and practices for developing countries*, Jersey City, EUA, Unz & Co

Singhal, A. y E. Rogers (1990) "A high-tech route to development?" en Williams, F. y D. Gibson (eds.) (1990) *Technology transfer: A communication perspective*, Newbury Park, CA, Sage Publications

Stewart, C. y Y. Nihei (1987) *Technology transfer and human factor*, Nueva York, Arno Press

Stewart, F. (1988) "Technology major issues for policy in the 1980's" en H.W. Singer *et al.* (1988) *Technology transfer by multinationals. Part I*, Nueva Delhi

Stewart, G.H. (1990) *Large corporations and the research university: An examination of factors of technology transfer*, Tesis doctoral, University of Texas at Austin

Stewart, H. y D. Gibson (1990) "University and industry linkages: The Austin Texas, Study" en F. William y D. Gibson (eds.) *Technology transfer: A communication perspective*, Newbury Park, CA, Sage Publications

Tsurumi, Y. (1980) *Technology transfer and foreign trade: The case of Japan, 1956-1966*, Nueva York, Arno Press

United Nations (1977) *Transnational in World development. Are-examination*, Nueva York, United Nations

Westphal, L., L. Kim y C. Dahlman (1985) "Reflections on the Republic of Korea's acquisition of Technological Capability" en N. Rosenberg y C. Firschtak (eds.)

International technology transfer, concepts, measures, and comparisons, Nueva York, Praeger Publishers

Wigand, R. (1990) "University and microelectronics industry: The Phoenix, Arizona, Study" en F. Williams y D. Gibson (eds.) *Technology transfer: A communication perspective*, Newbury Park, CA, Sage Publications

Williams, F. y D. Gibson (eds.) (1990) *Technology Transfer: A communication perspective*, Newbury Park, CA, Sage Publications

Wilson, P. (1996) *Las nuevas maquiladoras de México: Exportaciones y desarrollo local. Mexico's new maquiladoras: Exports and local development*. Austin, Texas-Guadalajara, Jalisco, University of Texas at Austin-Universidad de Guadalajara, 1a. edición en español

World Competitiveness Scoreboard (2000) "The world's most competitive nations 2000 rank" en Hodgetts, R. y F. Luthans (2003) *International Management: Culture, Strategy and Behavior*, Boston, McGrawHill

Whiting, V.R. (1992) *The political economy of foreign investment in Mexico*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press

Yamashita, S. (ed.) (1991) *Transfer of Japanese technology and management to the Asean countries*, Tokio, University of Tokyo Press

8

Redes de vinculación de la Universidad de Guadalajara con la industria electrónica de la Zona Metropolitana de Guadalajara

Raquel Edith Partida Rocha
Pedro Moreno Badajós

INTRODUCCIÓN

Jalisco se ha distinguido del resto de las entidades de México por impulsar una industria manufacturera. Durante los años noventa, la región destacó en la producción de la electrónica en equipo de cómputo, de telecomunicaciones y de software. La llegada de estas empresas se intensificó a partir del auge de la globalización en la década de los años noventa, momento en que aparece un esquema de Empresas Manufactureras de Marca (OEM, por sus siglas en inglés), como las firmas IBM, HP y NEC. Además se registró la instalación de plantas Subcontratistas de Productos Electrónicos (CEM); tales firmas son SCI, Solectron, Jabil y Flextronics, por señalar algunas. Se registró también la creación de un sistema de Soporte de Proveedores Especializados (SS) y el surgimiento de las Empresas Manufactureras Regionales de Marca (ROEM).[1]

Estas industrias se definen por la fuerte presencia de capitales transnacionales, tienen procesos de fabricación final e intermedios, y exportan la mayor

[1] De acuerdo con J.J. Palacios hay una clasificación de cinco categorías de empresa: Empresas manufactureras de marca (OEM), Empresas manufactureras regionales de marca (ROEM), Empresas de manufactura electrónica por contrato (CMS), Proveedores de Partes y Componentes (PPC) y Proveedores de Materiales Auxiliares (Palacios, 2001: 45).

parte de la producción. La gran mayoría de las electrónicas no operan bajo el régimen legal maquilador, sino al amparo de alguna de las numerosas opciones que la legislación mexicana ofrece, como el Programa de Importación Temporal (Pitex) y Empresas Altamente Exportadoras (Altex).

Durante la segunda mitad de los noventa se presentó una fuerte localización de empresas CEM y ROEM, las cuales demandan personal calificado egresado en su mayoría de las universidades locales, al igual que mano de obra poco calificada, la cual se abasteció de los sistemas de educación básica (primaria y secundaria fundamentalmente). El objetivo de este trabajo es precisamente analizar las redes de articulación entre la educación superior y el mercado de trabajo calificado de las empresas electrónicas en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG, compuesta por Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto), donde se localiza la mayoría de las industrias. Estudiamos las Instituciones de Educación Superior (IES), particularmente la red de articulación entre la Universidad de Guadalajara (UdeG), con sus carreras de ingeniería (Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Informática, Ingeniería en Computación, Ingeniería en Mecánica Electrónica), y la industria electrónica en los últimos tres años. En esta relación identificamos redes de vinculación formales e informarles.

Partimos de una suposición: la electrónica ha aprovechado la infraestructura académica existente en la ZMG, integrada por instituciones de educación superior tanto públicas como privadas (Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Guadalajara, Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Occidente, Universidad del Valle de Atemajac, Universidad Panamericana, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey). Dichas instituciones han generado una fuerza de trabajo capacitada con escolaridad superior, que en principio de cuentas respondió a la demanda de personal calificado para la electrónica; sin embargo, a mediados de los noventa se carecía de trabajadores calificados por lo que continuó una intensa contratación de personal no calificado de escolaridad básica. Lo anterior muestra que en las empresas de la electrónica existe un mercado de trabajo segmentado, pues requiere, por un lado, de obreros para las tareas manuales con una baja capacitación educativa, y por el otro emplea mano de obra del nivel medio y gerencial con una mayor capacitación (educación superior y posgrados). En particular describiremos la vinculación de los ingenieros calificados, egresados de la UdeG, con las empresas electrónicas.

El vínculo que mencionamos se refiere a la integración entre dos esferas complejas, la del trabajo y la de la educación, en las cuales se conjugan aspectos macro y micro, así como aspectos históricos particulares. Relacionar los hechos educativos con los actos de la producción es un asunto multidimensional, por lo que se ha generado una gran diversidad de planteamientos y perspectivas disciplinarias. Así, se han presentado diversas proposiciones teóricas que intentan explicar la relación entre estos dos ámbitos, desde las posturas neoclásicas, funcionalistas, que conducen a las teorías del capital humano, hasta los enfoques de corte marxista, generado durante los años setenta, y las teorías más contemporáneas como la de segmentación.

Es importante hablar de las habilidades, valores y actitudes que transmite la educación y que son requeridos tanto por la sociedad como por las necesidades de producción, pero también es importante analizar el nivel de articulación que la educación alcanza con las necesidades y demandas de un orden social concreto. Nosotros partimos de la propuesta de la segmentación, pues consideramos que el mercado de la fuerza de trabajo en la electrónica está dividido. También suponemos la existencia de objetos de estudio diferentes que es necesario contextualizar, por ende "hay que partir de las diferentes racionalidades de los establecimientos escolares y las empresas" (Hualde, 2001: 53) a partir de esto surgirán nuevas explicaciones a los fenómenos de relación entre educación y trabajo. En esta relación pueden participar diversos actores como escuelas, empresas y gobierno, que interactúan de formas específicas según sus propios procesos históricos.

Definimos a las redes como apunta Casalet (2000), como el conjunto de actores ligados por relaciones implícitas o explícitas, que van desde el simple conocimiento hasta la cooperación.[2] Las redes son sistemas de apoyo que existen entre personas, grupos, organizaciones, instituciones o países vinculados entre sí. En ellas se facilita la circulación horizontal de la información para ganar en eficacia, sin perder en ligereza y flexibilidad. Las redes no son la voluntad de un solo actor, sino que responden a un plan estratégico donde cada uno participa en un conjunto de interacciones con otros actores relativamente autónomos, motivados por un interés propio, situaciones que

[2] Como bien apunta Casalet (2000), no deben confundirse los términos "redes" y "relaciones de cooperación"; éstas implican a las redes, pero no ocurre lo contrario. La cooperación significa la armonización de intereses; la distribución de los recursos puede ser una condición posible, pero no necesaria para la constitución de la red.

demandan ajustes continuos y adaptaciones mutuas. Las redes no tienen fronteras bien definidas y se caracterizan por una tendencia hacia la ramificación. En razón de su complejidad y el peso de las relaciones formales, no son transparentes; las relaciones sociales que entreteje una red son poco visibles para un observador externo (Casalet, 2000: 324).

Así, el análisis de las redes sociales estudia las relaciones específicas entre una serie definida de elementos y de engranes. La idea básica que subyace a esta aproximación es que las estructuras de relaciones tienen un gran poder explicativo y que las relaciones entre actores son un aspecto fundamental en la configuración de la estructura y dinámica sociales.

Por esta razón partimos de una hipótesis general: la vinculación que se ha dado entre la UdeG y las empresas electrónicas ha sido a través de redes formales e informales (implícitas y/o explícitas), en las que han participado tanto los intereses de las empresas electrónicas, como el interés en el aprovechamiento de los estudiantes de las carreras de ingenierías. Algunas de estas redes de vinculación son autónomas y otras son dependientes del marco de colaboración entre las instituciones, que en este caso no es muy representativo.

Dividimos este documento en cuatro apartados: en el primero hacemos una descripción de las IES en Jalisco; en el segundo presentamos las formas de vinculación de las IES; en el tercero estudiamos la vinculación de las carreras de ingeniería de la UdeG con las empresas electrónicas y las redes de articulación que se han evidenciado en nuestro estudio; en el cuarto, presentamos el caso de los egresados de informática de la UdeG. Por último, exponemos algunas conclusiones

1 La educación superior en Jalisco

En primer lugar definiremos al nivel educativo superior como el "que se imparte después del bachillerato o de su equivalente, y que comprende la educación normal, la tecnológica y la universitaria que incluye carreras profesionales cortas y estudios encaminados a obtener los grados de licenciatura, maestría y doctorado, así como cursos de actualización y especialización" (Chavoya *et al.*, 1997: 172).

En Jalisco, la educación universitaria, como sucede en el territorio nacional, es sumamente heterogénea ya que la integran diversas instituciones públicas y privadas. La educación superior universitaria se imparte en instituciones públicas federales, estatales, autónomas, descentralizadas, así como en instituciones particulares, comúnmente conceptualizadas como privadas (Arias, Becerra, Macías *et al.*, 2000). Debe destacarse que la ZMG tiene una larga tradición en lo que respecta a la educación superior privada con instituciones como la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), fundada en 1935; el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), creado en 1957; la Universidad del Valle de Atemajac (Univa), creada en 1979; la Universidad Panamericana (1981) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey-Campus Guadalajara (1993).[3] Todas son miembros de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES); véase el Cuadro 1.

Cuadro 1 Universidades en la ZMG

Universidad	Fecha de fundación
UdeG	1925
UAG	1935
ITESO	1957
Univa	1979
UP	1981
ITESM	1993

Fuente: Elaboración propia, septiembre de 2001

Es importante señalar que además de estas Instituciones de Educación Superior (IES) existen otras de menor importancia, las cuales ofrecen diversas carreras, tales como el Centro Universitario Azteca y el Instituto Torres Andrade, entre otras, que son Centros de Estudios de Educación Superior avalados por la misma UdeG o por la Secretaría de Educación Pública (SEP). Véase el Cuadro 2.

[3] Este núcleo de reconocidas universidades genera una oferta importante de alumnos egresados de carreras relacionadas con la industria electrónica. Véase el Anexo 1.

Cuadro 2 Universidades incorporadas a la UdeG y a la SEP en la ZMG y número de carreras

Institución	Carreras
Univ. La Salle Guadalajara	9
Universidad de Especialidades	6
CEU Veracruz	19
Centro Universitario Azteca	5
Inst. Sup. de Comercio y Admón.	5
Universidad Cuauhtémoc	5
CU Torres Andrade	4
Inst. Tec. Ocotlán	4
UNITEG	4
Univ. de Est. Académicos Américas	3
Enrique Díaz de León	3
Inst. Tecnológico Agropecuaio	2
Colegio del Aire	2
Inst. Sup. Anglo Americano	1
Centro de Estudios Lanspiac	1
Total	73

Fuente: Sistema de Información sobre la Oferta y la Demanda de Trabajo Técnico-Profesional en Jalisco. 1998-1999-2000 (2001)

En todas las carreras ofertadas en las IES de la ZMG se observó su distribución en áreas temáticas y se descubrió que el 23.8% pertenecían al área Económico-Administrativa, el 23.6% a las Ciencias Exactas e Ingenierías y el 22.7% a la de Ciencias Sociales y Humanidades. El 29.3% de las carreras restantes se ubicaban en Artes, Arquitectura y Diseño (15.5%), Salud (8.1%) y Ciencias Biológicas y Agropecuarias (5.7%) (*Jalisco a Futuro*, 1999: 72; véase el Cuadro 3).

Cuadro 3 Distribución temática de licenciaturas en Jalisco

Tema o área	Porcentaje
Económico-Administrativa	23.8
Ciencias Exactas e Ingenierías	23.6
Ciencias Sociales y Humanidades	22.7
Otras	29.7
Total	99.8

Fuente: Jalisco a Futuro, 1999

El Cuadro 3 muestra también que hay más carreras relacionadas con las ciencias económico-administrativas que con otras áreas, a pesar de la saturación del mercado laboral en estas disciplinas; las carreras de ciencias exactas e ingenierías ocupan un segundo lugar en demanda, aunque tienen un mayor dinamismo en la oferta del mercado laboral en la ZMG. En efecto, de acuerdo con la Secretaría de Promoción Económica de Jalisco (Seproe) y el Sistema Estatal de Información Jalisco (Seijal), de todas las licenciaturas que se ofertan en las IES, las que guardan una mayor relación directa con las actividades productivas del estado son precisamente las Ciencias químicas y las Ingenierías (mecánica, electrónica industrial, informática, etc.), les siguen las Ciencias de la comunicación, Arquitectura, Biología, Relaciones industriales, Administración de empresas, Contaduría pública, Sicología y Trabajo social (Seproe-Seijal, 2001).

En el nivel de educación superior técnico encontramos instituciones que imparten estudios técnicos, de licenciatura y de posgrado, las cuales dependen directamente de la SEP (véase el Cuadro 4).

Cuadro 4 Instituciones que ofrecen educación tecnológica en la entidad

Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios (CBTIS)
Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicios (CETIS)
Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA)
Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Jalisco (CECYTEJ)

(Continúa)

Cuadro 4 *Continuación*
Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI)
Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales (CETAC)
Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco (Cobaej)
Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (Conalep)
Centro de Capacitación Técnica Industrial (Cecati)
Escuela Tecnológica de Occidente (ETO)
Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ)

Fuente: Sistema de Información sobre la Oferta y la Demanda de Trabajo Técnico-Profesional en Jalisco 1998-1999-2000 (2001)

De los centros mencionados en el Cuadro 4, tiene especial importancia el Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicios (CETIS), debido a una estrecha vinculación que se ha dado con la industria electrónica. El CETIS lanzó un programa de formación y de estudio en la Unidad de Capacitación Tecnológica Avanzada (UCTA); esta unidad surgió como iniciativa de algunas de las firmas electrónicas para impartir cursos a trabajadores utilizando equipo y tecnología de las mismas plantas, así se aseguraba una preparación con el perfil y adiestramiento que requieren las empresas. En el UCTA sólo se imparten cursos rápidos para empleados de las electrónicas, lo cual deja intacta la función básica del CETIS, la formación de tecnólogos profesionales e ingenieros.

También existe el Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI), que inició operaciones en 1968 como organismo público descentralizado federal y con únicos domicilios en las ciudades de Guadalajara y Tonalá, en Jalisco, y desde 1992, otro más en Guanajuato. La misión principal de este centro es brindar apoyos a la industria regional a través de la formación de cuadros técnicos en mandos medios, así como la preparación de maestros técnicos de enseñanza. El CETI divide la instrucción en dos niveles: a) medio superior; y b) superior. Ofrece también una serie de servicios, entre los que destacan: a) fabricación de partes y prototipos; b) verificación y valuación de partes y componentes y equipos; c) asesorías y capacitación para el personal técnico de empresas; y d) educación continua para la formación de profesionales técnicos (Dussel, 1999: 53-54).

Entre los desarrollos que ha logrado el CETI destaca la colaboración con Fuji para diseñar y proyectar una línea de Técnica de Montaje Superficial (SMT, por sus siglas en inglés); también ha firmado convenios con otras empresas como Moles, Motorola, IBM, Hewlett-Packard y con la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones e Informática (Canieti) (*Ibidem*: 55).

En los ámbitos de investigación y posgrado, cuya vinculación con las electrónicas es mayor, se cuenta con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav). Esta es una institución pública que depende del Cinvestav-Instituto Politécnico Nacional (IPN); se instaló en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga el 15 de noviembre de 1988, a petición de una transnacional alemana. Este centro se especializó en estudios de Ingeniería eléctrica y Ciencias de la computación; surgió como una sede de investigación para promover la ciencia y la tecnología en la región, así como para impulsar el diseño de diversos productos. El Cinvestav cuenta con un Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), el cual provee directamente de diversos servicios a la industria de las telecomunicaciones. El CTS se fundó en 1988 con financiamiento de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi) y la IBM (*Idem*). Además, a partir de 1995 inició su oferta académica de maestrías y doctorados.

En marzo de 1999 se aprobó la instalación de la Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ), orientada a la formación de técnicos superiores para el desarrollo industrial (Woo, 2001: 124). La UTJ forma parte del Sistema Nacional de Universidades Tecnológicas que coordina la SEP y se adhiere al nivel, modelo, planes y programas de estudio que apruebe esa autoridad educativa. Ofrece las carreras de: Electrónica y Automatización; Procesos de Producción; Informática; y Mantenimiento Industrial. Todas fueron diseñadas con un claro perfil industrial.

Tanto en el nivel técnico superior cuanto en el superior, algunas instituciones educativas han alcanzado programas directos de vinculación, formales e informales, con las empresas; véase el Cuadro 5.

Cuadro 5 Vinculación entre empresas y escuelas en la ZMG

Empresa/Escuela	Cecati	CETIS	ITESO	UdeG	Cinvestav	UAG	Univa	ITESM	UTJ
Solectron		X	X		X			X	
SCI Systems		X		X	X				
Jabil Circuit		X		X					
Flextronics		X						X	
Hewlett-Packard	X	X			X				
IBM	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Siemens					X				
Kodak		X					X		
Lucent Technologies		X	X	X			X		
JPM Pantera	X	X		X					
Molex								X	
Saturn				X					

Fuente: Elaboración propia con base en los datos e idea de Angelina Hernández, octubre de 2000

Como se muestra, hay una amplia oferta educativa que ha permitido el desarrollo de un mercado laboral calificado y orientado a la actividad de la electrónica. Sin embargo, al instalarse en las localidades las CEM y las ROEM, las vacantes no fueron suficientes; de ahí que las electrónicas y las IES establecieran algunas redes de vinculación, formales e informales, para responder a la actividad más eficazmente. Analizaremos este proceso en el siguiente apartado.

2 Las universidades y su vinculación

Las universidades han logrado una articulación estratégica con la industria, factor que permite el desarrollo de la electrónica en la ZMG. No obstante, debe reconocerse que se trata de un mercado de trabajo segmentado, pues mientras unos estudian en instituciones de educación superior para ocupar puestos de calificación, un importante grupo de empleados se concentra en ocupar sitios de poca calificación con estudios básicos. De acuerdo con el Sistema de Información sobre la Oferta y la Demanda de Trabajo Técnico-Profesional en Jalisco (Siodet), aproximadamente 66% de los trabajadores cuentan con educación primaria y secundaria.

Por otro lado, las universidades tienen como actividades sustantivas la docencia, la investigación, la difusión, la extensión y la vinculación. La importancia de esta última ha cambiado durante la última década pues ha ido en aumento, ya que anteriormente la interacción con las empresas era poca. Actualmente existe una tendencia a descentralizar las actividades de vinculación y las IES han tratado de impulsar un mayor número de programas de articulación, además de que los mecanismos de vinculación entre el estado, la iniciativa privada y las IES se intensificaron.

Las modalidades de vinculación se dan a través de redes formales variadas, que van desde la contratación de egresados en la planta, hasta las que requieren de un mayor grado de cooperación empresa-IES, tales como la capacitación en instalaciones escolares, bolsas de trabajo en las universidades, cursos con currícula exclusiva para alguna empresa, asesorías o estancias para estudiantes de posgrado con becas compartidas escuela-empresa. Al respecto, de acuerdo con una encuesta realizada en México en 1996, Casalet y Casas (1997) señalan que el mayor número de académicos que participan en proyectos de vinculación formal pertenecen a las carreras de ingenierías y tecnologías, campos en los cuales existe una tendencia a incrementar la participación de académicos. Así, es evidente que las características de los académicos que

colaboran en proyectos de articulación con las empresas guardan una relación estrecha con las áreas del conocimiento a las que pertenecen, y que los universitarios de las áreas de ingenierías y tecnologías son los que reciben mayor demanda por parte de las empresas; estas peticiones aparecen desagregadas en una gran diversidad de actividades, que van desde los servicios y las consultorías hasta el desarrollo de investigación y tecnología (Casalet y Casas, 1997).

También existe una articulación informal en la que, por lo general, los profesores de las IES trabajan en las electrónicas; estos invitan a laborar a sus estudiantes en las empresas y conforman así proyectos, grupos y equipos de trabajo a través de relaciones individuales.

En la ZMG la vinculación con la industria de la electrónica ha estado en plena expansión y destacan las empresas extranjeras instaladas. La relación que han tenido los estudiantes de las universidades locales con las OEM y las ROEM en los últimos años representa una red de beneficio mutuo entre empleadores y egresados de las carreras de ingenierías. A lo anterior también han prestado mayor importancia tanto el estado como la iniciativa privada y las IES, y a raíz de ello comenzaron a desarrollarse mecanismos de vinculación entre estos actores, como una vía de solución a la problemática del desempleo local.

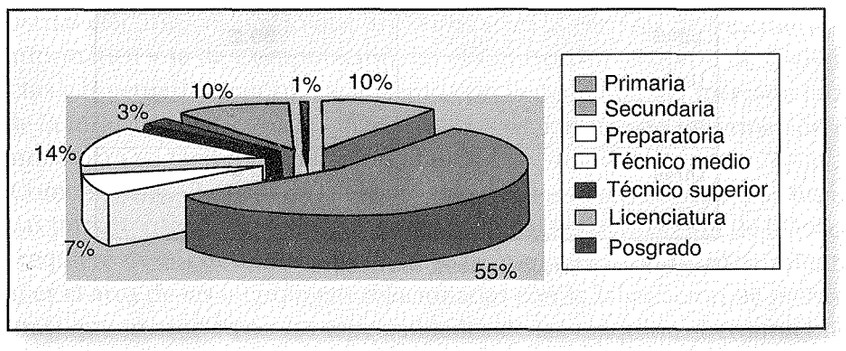
Se ha dicho que la ZMG ha conformado últimamente un *cluster* de la electrónica, el cual requiere de un sistema productivo vinculado con el sector educativo; precisamente esto es lo que las universidades y el gobierno del estado están intentando en los últimos años, y ciertamente, se ha dado una relación de convergencia entre las empresas de la electrónica y la oferta de empleados no manuales egresados de las universidades locales.

Es importante apuntar que durante las primeras etapas de la electrónica se cubrieron cabalmente las expectativas de las empresas, pese a no existir programas concretos de vinculación. Sin embargo, durante las etapas más álgidas del *boom* de la industria electrónica, la oferta de personal calificado llegó a ser insuficiente y comenzó a darse un fenómeno de demanda de trabajadores calificados y no calificados, con lo que se dieron fenómenos como la piratería de personal entre las empresas. Antes de esta situación, la demanda de personal se satisfacía cabalmente porque la infraestructura educativa existente era adecuada para cubrir los requerimientos de recursos humanos calificados generados por aquellas inversiones; no obstante, en los últimos años el panorama se revirtió, por lo que se hace cada vez más necesaria una auténtica planeación y vinculación con la industria a un nivel institucional, con una interacción mayor entre las IES, el estado y la iniciativa privada.

Por ejemplo, de acuerdo con el Siodet, en 1998 la contratación de trabajadores calificados de la electrónica fue de 70% profesionistas de las carreras de Ingeniería industrial y en Sistemas electrónicos, mientras que al año siguiente la industria electrónica demandaba 81.9% de ingenieros; la demanda de técnicos fue de tan sólo 2.7%, cifra para la que las IES de la ZMG no estaban preparadas, de acuerdo con sus propios datos. Así, las ingenierías relacionadas con la mecánica, la eléctrica y la electrónica se convirtieron en las licenciaturas con mayor dinamismo en el mercado de trabajo local, pues representan casi el 11% del total de efectivos contratados con formación profesional (Siodet, 1998: 16).

De acuerdo con la misma fuente, el nivel de escolaridad del personal en las empresas electrónicas en 1998 fue el siguiente: 10.4% corresponde a trabajadores con primaria; el 55.7% a trabajadores con secundaria; el 6.89% con preparatoria; 13.8% son obreros técnicos medios; 2.9% son técnicos superiores; un 9.6% corresponde a trabajadores con licenciatura y 0.52% tienen algún posgrado (Siodet, 1998: 19). Los datos evidencian una segmentación del mercado, pues coexisten una alta presencia de trabajadores con escasa calificación y una menor concentración de personal calificado (véase el Gráfico 1).

Gráfico 1 Nivel de escolaridad del personal ocupado en la Industria Eléctrica y Electrónica (1998)



Fuente: Siodet, 1998

La segmentación del mercado de trabajo es muy diferenciada bajo el porcentaje del personal calificado, como se mostró en el Gráfico 1, pero a la vez se contratan trabajadores con poca o baja calificación. La distribución de los puestos según la calificación, de acuerdo con un estudio que se realizó en una maquiladora electrónica, es como sigue: supervisión y gerencia eran captados por los egresados de la universidad pública en 60%, mientras que de los jefes de área y dirección sólo 40% era de la UdeG; no obstante, en el *staff* de dirección o presidencia de la empresa no existía ningún egresado de la UdeG y sí de las universidades privadas de la ZMG. Lo interesante del dato es que si se contrata a los egresados de la UdeG, aunque no en los puestos clave, se expone a algunas redes de vinculación; en seguida analizaremos esta circunstancia.[4]

3 Las redes de vinculación de la UdeG con la industria electrónica

A pesar del auge de las IES privadas, la mayor proporción de estudiantes inscritos se encuentra todavía en la UdeG: de acuerdo con la matrícula registrada en el Estado de Jalisco en 1999, de 102,562 alumnos, 50.2% cursaba la licenciatura en una de las instituciones públicas, 29.77% estaba inscrito en una universidad privada, y 19.9% correspondía a otras instituciones (*Anuario Estadístico 1999*, 2000; véase el Cuadro 6).

Cuadro 6 Proporción de estudiantes inscritos en Jalisco

UdeG	**50.2**
Universidades	
Privadas	29.7
Otras	19.9
Total	99.8

Fuente: Anuario Estadístico 1999, INEGI 2000

[4] Esta información se obtuvo de una de las entrevistas realizadas en nuestra investigación.

La matrícula sigue concentrada en la UdeG, a pesar del notorio crecimiento de inscripción en las universidades privadas. En efecto, ahora se transita a un sistema de instituciones de diferentes tamaños, orientaciones, estructuras académico-administrativas, etc., que compiten por el registro en la demanda educativa y orientan la oferta a ciertas áreas.

La UdeG pasó por un proceso histórico particular, definido por una limitada vinculación con el sector industrial de la entidad. Ahora, con el modelo de modernización en México, esta universidad busca convertirse en un instrumento conformador de perfiles competitivos en todos los ámbitos, y se piensa en un modelo educativo que privilegie menos la masificación y que considere más la calidad y la productividad. Por ello ha realizado fuertes inversiones en infraestructura educativa, acordes con las necesidades de la globalización.

Esta institución ha sido un actor muy importante en la capacitación para el trabajo, al actuar como preparador y gestor de los perfiles que el mercado laboral demanda en los sectores productivos y de servicios. Una de las preocupaciones de la UdeG se encuentra en la necesidad de dar cobertura al dinamismo del desarrollo tecnológico en el campo laboral, por lo que se ha visto obligada a actualizar sus aprendizajes con rapidez para no quedar fuera de la oferta al mercado laboral. Por ejemplo, ha modificado la rigidez curricular en cada carrera e impulsa un modelo de flexibilidad que apoye, con oportunidad y dinamismo, las expectativas profesionales de los estudiantes y de la sociedad (*Plan Institucional de Desarrollo. Visión 1998-2010*).

En concordancia con el periodo del *boom* de la industria electrónica y de la globalización, la UdeG intenta mejorar la vinculación formal con el sector industrial electrónico, por lo que abrió dos nuevas carreras de ingeniería, la de Informática y la de Computación, en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI). De acuerdo con la demanda del mercado laboral de la industria electrónica, la UdeG buscó responder con la formación de alumnos para su fácil incorporación al sector productivo.

Como se sabe, el oficio de la electrónica tiene una serie de familias tecnológicas importantes. Una es la del uso de tecnología por inyección de plástico, que requiere de un determinado manejo de programas de mantenimiento. Otra, es el área de las tecnologías relacionadas con la fabricación de piezas y fixturas, que se asocia con las especialidades de las máquinas-herramientas. Por último, hay una serie de procesos basados en conocimientos electromecánicos. Ésta es la importancia de las especialidades en electrónica, electrome-

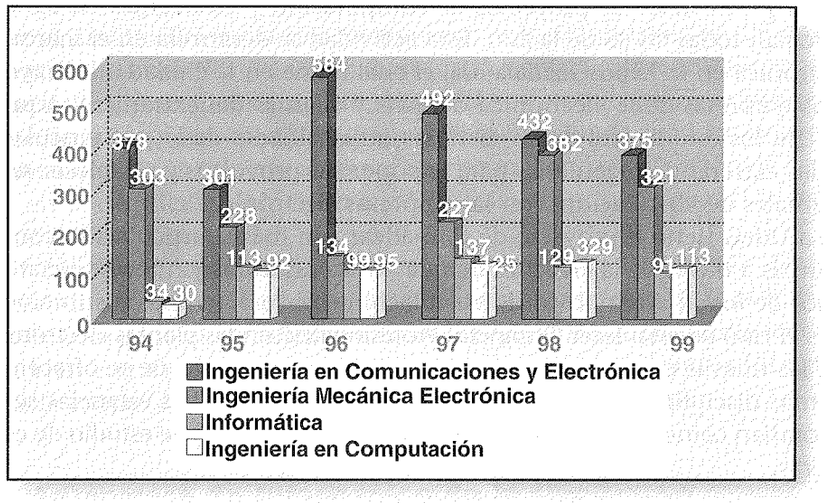
cánica, técnico en mantenimiento y diseño de software en las especialidades puramente industriales (Hualde, 2001). Además de estas especialidades, que responden a las necesidades específicas del mercado de la electrónica, el CUCEI ofrece la especialidad en inyección de plásticos en colaboración con la empresa "Grupo Plásticos Guadalajara".

Por la tradición que representa la UdeG en la región, ha logrado articularse con personal especializado en las empresas de la electrónica, como lo muestran Barba y Pozos (2001), quienes realizaron un estudio con los empleados no manuales de una maquiladora electrónica, la mayoría de cuyos trabajadores obtuvo su formación académica en la UdeG o en otra institución de educación superior en la ZMG; en un censo aplicado dentro de la firma se evidenció lo relevante que han sido las carreras que ofrece la UdeG (Barba y Pozos, 2001: 215, 209).

Las carreras y las especialidades creadas en los años noventa por el CUCEI en la UdeG tienen afinidad a la especialización industrial encontrada en algunas maquiladoras electrónicas. Tal compenetración se da por un efecto de proximidad mediante la construcción de convenciones de comportamiento, es decir, mediante formas de coordinación de actores colectivos, aunque se ha escrito que la proximidad geográfica favorece la relación de organizaciones cuyas finalidades, espacios de referencia y temporalidades estratégicas son diferentes, lo cual acelera la difusión de los conocimientos entre los protagonistas del territorio.

De esta manera, el número de egresados en las carreras vinculadas a la electrónica ha ido creciendo notablemente en los últimos años, dadas las oportunidades que brinda su articulación con el mercado de trabajo (véase el Gráfico 2).

Gráfico 2 Número de egresados por año en carreras de Ingeniería de la UdeG



Fuente: Coordinación Escolar, CUCEI

En 1996 hubo un número considerable de egresados en la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica: rebasó los 500 en un solo año, y los años siguientes se mantuvo entre los 490 y los 370. Es interesante que en la oferta de la UdeG destaca la carrera de Ingeniería Mecánica Electrónica como una de las más fuertes, después de Comunicaciones y Electrónica.

El CUCEI cuenta con políticas de vinculación, en particular las que maneja la División de Electrónica y Computación. Esta división se encarga de la articulación formal que se da con el sector productivo proporcionando egresados con determinadas capacidades laborales. Por ejemplo, cuentan con un evento anual que busca vincular a los alumnos con el entorno productivo, la Expodec, donde cada semestre (en los meses de marzo y septiembre) en las instalaciones del CUCEI los alumnos de las áreas de la electrónica y la computación exponen sus diseños a empresas del ramo tecnológico. En dicha muestra se presentan las aportaciones de pasantes y estudiantes de los últimos ciclos de las carreras de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Ingeniería en Computación y Licenciatura en Informática a la solución de problemas

cotidianos, al mismo tiempo que se manifiesta su capacidad de conocimientos e innovación. Los ganadores de esta exposición se presentan tiempo después en un evento mayor denominado Universitrónica, que surgió en 1997 con el fin de vincular al sector educativo con la industria mediante conferencias y concursos de proyectos de computación y electrónica en los que participan todas las IES de la ZMG. Esta actividad se desarrolla en el marco de Mextrónica en la Expo-Guadalajara, el cual reúne en la ciudad a la mayoría de las empresas de la electrónica del país y algunas del extranjero. Aquí se dan cita los estudiantes de las distintas universidades de la ZMG vinculados con las carreras de ingenierías para exponer sus proyectos y establecer redes informales de vinculación, con las empresas electrónicas.

La UdeG tiene el proyecto de formalizar aún más la articulación con las empresas a través de la creación de nuevas licenciaturas y nuevas iniciativas en pos de lograr alternativas de vinculación con carácter más institucional. Tal es el caso de establecer "Estancias Profesionales" en las plantas electrónicas para las nuevas carreras de nivel "Técnico Universitario" que se ofrecen en distintas disciplinas relacionadas con la electrónica. Dichas estancias se incorporarían como parte de la carga curricular en los planes de estudio de estas carreras.

Pero quizá las redes de vinculación más importantes son las informales, tales como los lazos familiares, los amigos, los compañeros de clase y la recomendación de los profesores. Como bien señalan Casalet y Casas, los estudiantes son el elemento inmediato más importante para el sector productivo en su vinculación con la universidad, por lo que, para lograr una mejor articulación, debería prestarse mayor atención al servicio social y a las estadías técnicas que representan una importante forma de aprendizaje, a fin de proporcionar la adaptación necesaria al estudiante y acostumbrarlo a un ambiente cultural con el cual no está familiarizado. El interés de las empresas en estas actividades tendría como objetivo seleccionar empleados potenciales, con base en las habilidades observadas en los desempeños de los estudiantes durante las prácticas profesionales citadas (Casalet y Casas, 1997).

Todo lo anterior refleja que en la UdeG se observa una renovación institucional de los organismos públicos de fomento industrial. La formulación de diagnósticos de una perspectiva regional es un síntoma de la toma de conciencia de los actores locales sobre sus posibilidades de intervención más activa en la orientación del desarrollo industrial.

Esta casa de estudios busca contribuir al mejoramiento de la capacidad productiva de las empresas mediante la prestación de servicios de asesoría,

la aplicación de desarrollos tecnológicos alternativos, el servicio social en las empresas y los programas de educación continua y de capacitación profesional. Se pretende fortalecer el vínculo universidad-empresa para facilitar experiencias y movilidad de recursos humanos; impulsar estudios para el diseño de políticas y el mejoramiento de la competitividad; fomentar investigación en el ámbito del desarrollo tecnológico y la administración de empresas; convertir la práctica profesional en instrumento de aprendizaje para los estudiantes, y de apoyo para el mejoramiento productivo de la pequeña y la mediana empresa; operar programas de prestación de servicios de asesoría y consultoría, e involucrar al sector empresarial en la evaluación de egresados y en la definición de perfiles profesionales (*Plan Institucional de Desarrollo 1998-2010. Visión 2010*).

No se conoce hasta ahora un acuerdo explícito de relación de vinculación directa con las empresas de la industria electrónica de la ZMG; tampoco existe, en general, un seguimiento de los egresados de las diferentes carreras, si bien con algunas excepciones, como el análisis realizado a los egresados de la carrera de Informática que a continuación se expone.

4 La carrera de Informática de la UdeG y su vinculación con las empresas electrónicas

La Licenciatura en Informática fue creada en la Universidad de Guadalajara en el año de 1991. Nació con la orientación para la formación de profesionistas responsables de la creación y mantenimiento de software de aplicación, así como de la aplicación de sistemas de información requeridos por los distintos tipos de empresas. La principal área de desempeño de los egresados, se plantea, son las distintas necesidades que sobre el manejo de redes y sistemas de información presenta el sector productivo, redes y sistemas mediante los cuales se guía la operación cotidiana de las empresas y la interacción con sus diferentes áreas operativas, gerenciales y de dirección. También se aplican los conocimientos del Licenciado en Informática en el manejo y creación de bases de datos y en la ingeniería de software y en el desarrollo de sistemas para encontrar soluciones creativas e innovadoras.

Por estos motivos, se presupone que su desarrollo profesional se daría en la interacción con las áreas operativas, las gerenciales y las de dirección en las diferentes empresas, sin dejar de lado la posibilidad del profesionista independiente que bien puede ofrecer sus servicios a las compañías o desarrollar

software especializado. Los principales campos ocupacionales de los egresados serían el análisis de sistemas y la creación de sistemas de información.

Lo anterior se desprende del perfil académico de la Licenciatura, ya que egresaría, entre otras, con las siguientes habilidades:

- Capacidad en el uso de técnicas experimentales, analíticas y heurísticas para la solución de problemas.
- Conocimiento en hardware, software y aplicaciones, así como en técnicas básicas que representan el proceso computacional en todas sus áreas de aplicación.
- Capacidad de desarrollar sistemas y encontrar soluciones creativas e innovadoras para las necesidades que existan en sus lugares de trabajo.
- Capacidad para diseñar, desarrollar e implementar, mediante el uso de la computadora, sistemas para administrar información útil para la toma de decisiones.
- Capacidad para diseñar y construir manejadores de bases de datos.
- Capacidad para definir, diseñar y elaborar paquetes específicos y desarrollar las metodologías y facilidades necesarias.
- Capacidad para analizar de manera interdisciplinaria y para sistematizar información con fines organizacionales.
- Capacidad para desarrollar una visión amplia y coherente del panorama de necesidad y aplicaciones informáticas.
- Capacidad para evaluar, seleccionar e implantar sistemas computacionales (medianos y grandes) propios para la industria, la empresa, la banca, el gobierno e instituciones de servicio.

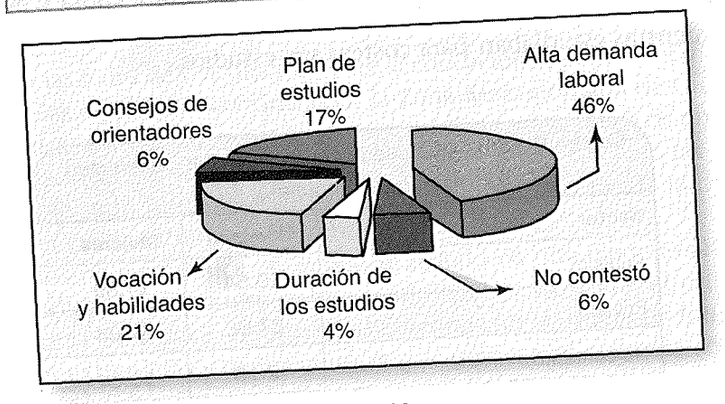
Como se puede observar, la Licenciatura en Informática es una carrera que responde a la evolución de la sociedad en lo referente al desarrollo de nuevos sistemas tecnológicos que afectan la cotidianeidad de los sujetos y de las organizaciones. Se sabía de la demanda del mercado de la computación en Jalisco como uno de los de mayor expansión para el campo de la computación, así nos lo señalan la vigorosidad y las demandas del correspondiente mercado de trabajo.

Aunado a los procesos de industrialización de la electrónica en Jalisco, se experimentaron cambios importantes desde la década de los noventa, especialmente en lo que se refiere a la educación de ingenieros egresados de la carrera de Informática.

Sin embargo, estas percepciones de tipo general, que testimonian de entrada una distancia entre lo que debería ser y lo que es, deben ser sometidas a prueba en contextos específicos. En algunos centros privados de educación superior destacan las limitaciones de la maquiladora y niegan que la preparación de sus estudiantes esté orientada hacia el empleo en el sector; la actitud predominante es pragmática y actores e instituciones tratan de aprovechar los posibles beneficios que este tipo de inversión trae a los municipios donde viven y trabajan.

En un estudio realizado por Morales, Solórzano y Salgado (1999), se da cuenta de las características generales de los egresados de la carrera Informática; salta a la vista que los alumnos egresados eligieron la carrera por una alta demanda laboral (véase el Gráfico 3).

Gráfico 3 Egresados según motivos para elegir la carrera



Fuente: Morales, Solórzano y Salgado, 1999

La forma en que obtuvieron un empleo, tanto hombres como mujeres, fue en primer lugar por la recomendación de algunos de sus profesores; en segundo, por anuncio en el periódico; pocos fueron contratados por una relación directa con la empresa. Es claro que la mayoría de los egresados de la carrera de Informática, tanto hombres como mujeres, se dedica a ser empleado para una empresa (véase el Cuadro 7). Aunque el estudio antes mencionado no

especifica ni desagrega para cuál sector o rama productiva se trabaja, sí especifica que la mayoría trabaja en el área privada (véase el Cuadro 8, principalmente en las electrónicas).

Cuadro 7 Egresados según género y posición en el empleo posterior al egreso (porcentajes)

Posición	Hombres	Mujeres
Propietario	0.0	2.13
Trabajador independiente	0.0	2.13
Empleado	36.17	44.68
No contestó	2.13	12.77

Fuente: Morales, Solórzano y Salgado, 1999

También es claro que a pesar de que la UdeG no cobra cuota y es una institución que subsidia la educación, muchos de los egresados tuvieron que trabajar mientras estudiaban para costear sus estudios.

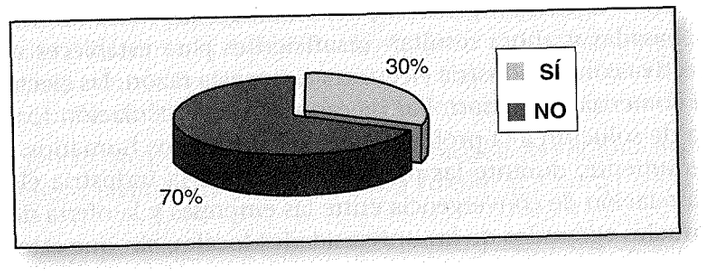
Cuadro 8 Egresados según género y sector del empleo en el egreso (porcentajes)

Sector	Hombres	Mujeres
Público	10.64	14.89
Privado	27.66	34.04
No contestó	2.13	10.64

Fuente: Morales, Solórzano y Salgado, 1999

Por último, queremos señalar que los egresados de la carrera de Informática tienen un bajo índice de titulación, pues de acuerdo con los datos encontrados sólo 30% obtuvo el grado; la baja eficiencia terminal parece ser generalizada tanto en las universidades públicas como en las privadas. De acuerdo con entrevistas elaboradas en algunas de las empresas, no es un requisito indispensable que el egresado cuente con un título, lo cual explica el bajo porcentaje de titulación, pues éste no es un obstáculo para incorporarse al mercado laboral (véase el Gráfico 4).

Gráfico 4 Egresados según condición de titulación



Fuente: Morales, Solórzano y Salgado, 1999

Conclusiones

Al analizar las redes de vinculación entre la educación superior y el mercado de trabajo de las empresas electrónicas en la Zona Metropolitana de Guadalajara, nos encontramos con un mercado segmentado, el cual requiere de obreros con una baja calificación educativa para las tareas manuales, y para las tareas no manuales de profesionistas y técnicos superiores egresados de la IES locales, grupo en el cual centramos este estudio.

La industria electrónica en Jalisco se instaló en una ciudad con una tradición productiva y con una política industrial ya definida. El origen de la maquiladora electrónica en Jalisco se relaciona con el interés de fomentar las inversiones extranjeras y de hacer un mayor número de negocios con empresas transnacionales. Esta industria aprovechó la infraestructura académica existente en la ZMG, la cual se compone de IES públicas y privadas, así como de diversas instituciones tecnológicas y centros educativos. Dicha infraestructura ha generado una fuerza de trabajo capacitada a nivel superior que ha respondido a la demanda de personal calificado para la electrónica

La Universidad de Guadalajara, como una de las instituciones educativas más importantes en la región, ha jugado un papel importante en la oferta de personal calificado para las empresas electrónicas, sobre todo a través de las carreras de ingeniería que se imparten en el CUCEI. La alta demanda de trabajo

en las empresas de la electrónica en Jalisco ha creado una constante solicitud de egresados de la UdeG. Las formas de vinculación que ha desarrollado la universidad son redes formales e informales y aún predominan estas últimas, en las que participan tanto los intereses de las empresas electrónicas, como los beneficios de los profesores y estudiantes de las carreras de la UdeG.

Así, la vinculación de los estudiantes con la industria electrónica se da en una red de beneficio mutuo entre empleadores y egresados de las carreras, en especial de las ingenierías; sin embargo, las redes informales se han visto rebasadas y ahora resultan insuficientes para establecer una relación más efectiva con la industria electrónica. Por esta razón, las electrónicas y las IES han comenzado a desarrollar mecanismos de vinculación formales como una vía de solución a la problemática de los recursos humanos.

Ciertamente, durante las primeras etapas de la industria electrónica se dio una relación de convergencia entre las empresas y la oferta de empleados no manuales egresados de las universidades locales, sin que esto haya significado la existencia de políticas claras de vinculación. Al crecer la demanda de personal calificado por parte de los empleadores de la electrónica, durante el periodo denominado del *boom* en 1995, las fallas de proporción entre la oferta y la demanda de personal capacitado se evidenciaron al grado de que la oferta de personal calificado llegó a ser insuficiente. Antes de esta situación, se contaba con una infraestructura educativa adecuada que pudo cubrir los requerimientos de recursos humanos calificados generados por las nuevas inversiones; cuando el escenario se revirtió, fue evidente la necesidad de contar con una política más clara de vinculación que permitiera crear una red más eficaz entre la universidad y el entorno productivo. Hoy, es importante que dicha vinculación sea aterrizada con acuerdos interinstitucionales.

Se presentan como una necesidad imprescindible, pues, generar una mejora entre la planeación y la vinculación con la industria a un nivel institucional, en el cual exista una interacción mayor entre las IES, el estado y la iniciativa privada para tratar de generar soluciones conjuntas.

Finalmente, como se mostró, la Licenciatura en Informática es una carrera creada para responder a las necesidades de la demanda del mercado de la computación en Jalisco, uno de los de mayor expansión para el campo de la electrónica. Su origen ha requerido experimentar modificaciones, especialmente referentes a educar a ingenieros en la carrera de Informática para responder a la demanda del sector productivo en la ZMG.

Índice de referencias

Anuario Estadístico 1999 (2000), México, INEGI

Arias, S., A. Becerra, V. Macías, *et al.* (2000) *Oferta y Demanda Educativas en el Estado de Jalisco. Niveles medio superior y superior*, México, Universidad de Guadalajara

Barba Solano, Carlos y Fernando Pozos Ponce (2001) *"El mercado de trabajo de los trabajadores no manuales de la industria electrónica de la zona metropolitana de Guadalajara: un estudio de caso"* en *Revista Espiral*, vol. VII, núm. 22, septiembre-diciembre de 2001, Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara

Casalet, M. (2000) "Redes empresariales y la construcción del entorno: nuevas instituciones e identidades", en De la Garza Toledo, E. (Coord.) México, D. F. FCE

Casalet, Mónica y Rosalba Casas (1997) *Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad-Empresa*. México, Conacyt-ANUIES, Serie Investigaciones. Versión electrónica en http://www.anuies.mx/principal/servicios/publicaciones/libros/lib12/0.html, consulta del 5 de octubre de 2004

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara

Sitio Web http://www.cucei.udg.mx

Certidumbre y Esperanza, Plan Institucional de Desarrollo 1995-2001, Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara

Chavoya, Ma. Luisa, Sonia Reynaga y Lorena Hernández (1997) *Perfil educativo en Jalisco*, Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara

Dussel, E. (1999) *La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México), en la década de los noventa*, Santiago de Chile, CEPAL-ECLAC

Hernández Pérez, Angelina (2000) "Clusters de alta tecnología e instituciones locales en México. La industria electrónica en la zona metropolitana de Guadalajara", Tesis para obtener el grado de Maestría en Desarrollo Regional, San Antonio del Mar, Baja California, México, Colegio de la Frontera Norte

Hualde, A. (2001) *Aprendizaje Industrial en la Frontera Norte de México*, México, D. F. El Colegio de la Frontera Norte-Plaza y Valdés

Jalisco a Futuro, construyendo el porvenir 1999-2025, Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara

Morales, J.J., E. Solórzano y H. Salgado (1999) *Estudio de egresados de la licenciatura de Informática de la Universidad de Guadalajara*, Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara, Colección DOCUMENTOS

Muñoz Izquierdo, Carlos (1992) "Relaciones entre la educación superior y el sistema productivo", en *La educación superior y su relación con el sector productivo*, coord., Víctor Arredondo Galván

Palacios, J.J. (2001) *Production Networks and industrial clustering in developing regions*, Guadalajara, Jalisco, Universidad de Guadalajara

Plan Institucional de Desarrollo 1998-2010. Visión 2010, Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara

Sistema de Información sobre la Oferta y la Demanda de Trabajo Técnico-Profesional en Jalisco. 1998-1999-2000. Sistema Estatal de Información Jalisco-Gobierno del Estado de Jalisco-Universidad de Guadalajara (2001). Guadalajara, México

Woo, G. (2001) "Hacia la integración de pequeñas empresas en la industria electrónica de Jalisco: dos casos de estudio", en *Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México*, Coord. Enrique Dussel Peters, México, D. F., CEPAL-JUS

Anexo 1 Oferta de Ingenierías relacionadas con la Industria Electrónica en las Universidades de la ZMG y número de alumnos

Universidad de Guadalajara	Número de alumnos inscritos en 2000
Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica	203
Licenciatura en Informática	210
Ingeniería en Computación	282
Ingeniería en Mecánica Electrónica	600
ITESM	
Sistemas Computacionales	171
Sistemas Electrónicos	179
Industrial y de Sistemas	522
Electrónica y Comunicaciones	70
Tronco Común	17
ITESO	
Informática Administrativa	281
Ingeniería Electrónica	270
Ingeniería Industrial	408
Ingeniería en Sistemas Computacionales	332
Universidad La Salle Guadalajara	
Ingeniería en Cibernética y Sistemas Computacionales	97
Informática	4
Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)	
Matemáticas Aplicadas y Computación	*
Electrónica	47
Electrónica y Comunicaciones	85
Electrónica de Potencia	5

(Continúa)

Anexo 1 *Continuación*

Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)	Número de alumnos inscritos en 2000
Electrónica e Industrial	10
Computación	51
Sistemas Computacionales	105
Mecánica Eléctrica	58
Informática Administrativa	1
Teleinformática	41
Informática Industrial	5
Informática Financiera	25
Universidad del Valle de Atemajac (Univa)	
Ingeniería en Computación	52
Ingeniería Electrónica	55
Sistemas Computacionales	76
Informática Administrativa	22
Universidad Panamericana	
Ingeniería Electromecánica	121
TOTAL	**4,183**

Fuente: Seijal-UdeG

9

Corporaciones transnacionales y redes de abastecimiento local en la industria del televisor en el Norte de México

Jorge Carrillo
Óscar F. Contreras

INTRODUCCIÓN

La industria del televisor fue uno de los segmentos de la electrónica que mayor crecimiento tuvo en México en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Durante la década de los noventa, y particularmente a raíz de la firma de ese tratado, la frontera norte de México se convirtió en la zona más importante de producción de televisores para el mercado de Norteamérica, albergando una extensa red manufacturera en la cual participan las más importantes firmas asiáticas y europeas de la electrónica de consumo, así como un centenar de empresas proveedoras, principalmente extranjeras. En particular, las ciudades de Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez desarrollaron una fuerte especialización en este segmento de la industria, con la presencia de 13 grandes firmas del televisor, más de 25,000 mil empleados en las plantas ensambladoras finales, y una nutrida red de proveedores extranjeros y nacionales.

El TLCAN propició la afluencia masiva de inversión extranjera directa a la región en el marco del programa de maquiladoras y fomentó procesos de integración vertical en la mayoría de las empresas de televisores. Estimuló también el establecimiento de proveedores extranjeros en la región, principalmente empresas asiáticas y estadounidenses, así como la incorporación de algunos pequeños proveedores mexicanos. Todo ello ha impulsado la creación de aglomeraciones industriales altamente especializadas y ha permitido

que se incremente en forma moderada el volumen y el valor de los insumos nacionales.

Después del año 2000, tres procesos han afectado severamente a este segmento. Por una parte, la recesión de la economía en Estados Unidos, que frenó el ritmo de crecimiento experimentado a lo largo de toda la década anterior; en segundo lugar la transición tecnológica hacia la televisión digital, y por último la irrupción de la competencia china en este mercado.

El objetivo de este trabajo es analizar la estrategia de desarrollo de proveedores locales en la industria del televisor en el Norte de México. Conceptualmente se ubica en el debate en torno al impacto de las filiales CTN (*Corporaciones Transnacionales*), en la conformación local de redes productivas y en el desarrollo de capacidades empresariales, capacidades tecnológicas y organizacionales, y competencias laborales. La información procede de visitas a plantas y entrevistas con directivos de las empresas, realizadas por los autores entre octubre de 1988 y mayo de 2004 en las ciudades de Tijuana, Mexicali, San Luis Río Colorado y Ciudad Juárez, además de visitas a plantas y oficinas corporativas en Estados Unidos y Japón.

El trabajo está dividido en tres secciones. En la primera se exponen algunos datos acerca de la importancia de la industria de los televisores en México y se describe su proceso de evolución industrial. En la segunda se presenta la estructura de las relaciones entre las filiales CTN del televisor y sus proveedores locales; por último, en la tercera sección se concluye con una reflexión sobre el impacto de las filiales CTN en los proveedores locales y sobre las perspectivas de la industria en este periodo de transición tecnológica.

1 Evolución de la industria del televisor en México

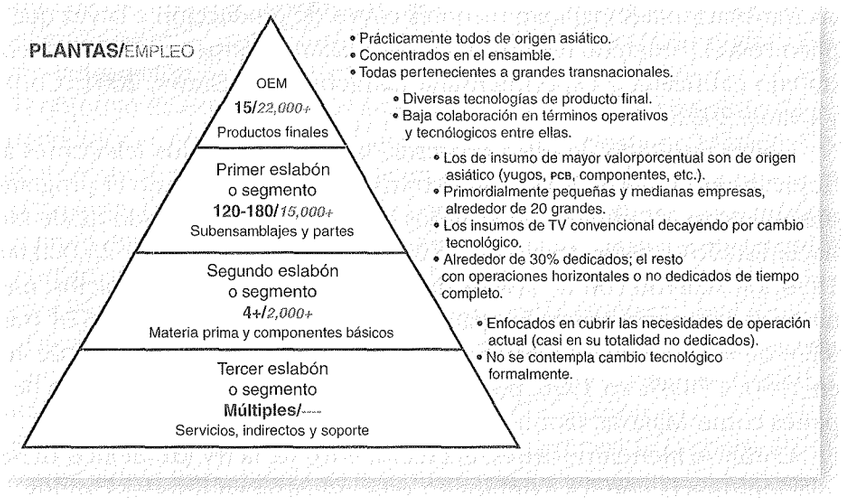
El desarrollo de la industria del televisor (ITV) en México es producto de la convergencia de al menos tres procesos: a) la desaparición de la industria electrónica de consumo de base nacional en los años ochenta, cuando la liberalización comercial sacó del mercado a las empresas vinculadas al mercado interno, y la industria en su totalidad se volcó al esquema de maquiladoras de exportación (Lowe y Kenney, 1999); b) la reorganización de la industria electrónica en Estados Unidos durante la década de los ochenta, con el establecimiento de las grandes empresas japonesas del sector en ese territorio y el consecuente desplazamiento de las principales firmas estadounidenses, que salieron del mercado o fueron compradas por firmas japonesas

(Dicken, 1998), época en que las firmas desplazadas empezaron a localizar el ensamble final de televisores en la frontera mexicana; y c) las disposiciones del TLCAN, que propiciaron el traslado de la manufactura del televisor hacia la parte mexicana de la frontera Estados Unidos-México, movimiento con el cual las transnacionales lograban menores costos de producción a la vez que cumplían con el contenido regional y aprovechaban la existencia de una fuerza de trabajo calificada y experimentada (Sargent y Matthews, 2001; Contreras y Evans, 2003).

Como resultado de estos procesos, la industria de los televisores atrajo flujos importantes de inversión extranjera directa (IED) bajo el programa de maquiladoras. El número de aparatos de televisión embarcado desde México hacia Estados Unidos creció de 1,700,000 en 1987, a más de 25,000,000 en 1998. De acuerdo con la base de datos MAGIC-CEPAL, la participación mexicana en las importaciones de aparatos de televisión (HTS item 8528 fracción 8528 de la *Harmonized Tariff Schedule* de Estados Unidos) creció de 40.6%, en 1990, a 78.8% en 1996, posicionándose México muy por encima de otros países como Malasia, Japón y Tailandia.

Como se mencionó antes, el crecimiento de la ITV en México tiene una relación directa con los cambios en esta industria en Estados Unidos. Hacia mediados de los ochenta la mayoría de los productores estadounidenses fueron empujados a abandonar el sector por parte de las CTN europeas y, sobre todo, asiáticas. Thomson compró las plantas de General Electric y RCA; Philips adquirió las marcas Sylvania y Magnavox; Matsuchita compró Quasar. Posteriormente, LG Electronics compró las operaciones de Zenith. Esto produjo una industria de televisores dividida principalmente entre CTN europeas con plantas de producción en Estados Unidos (las cuales controlaban casi 34% del mercado estadounidense en 1990), y un rápido crecimiento de las CTN asiáticas, principalmente japonesas, las cuales invirtieron en la creación de un complejo de manufactura de televisores en Tijuana, una ciudad de gran importancia geográfica por estar en la frontera con San Diego, California, y cerca del puerto de Long Beach. En el Gráfico 1 puede observarse la pirámide de la cadena para el caso de Baja California, el cual destaca por el número de plantas y empleos, así como por la densidad del complejo.

Gráfico 1 Plantas y producción en la cadena de la industria de la TV en Baja California y San Luis Río Colorado

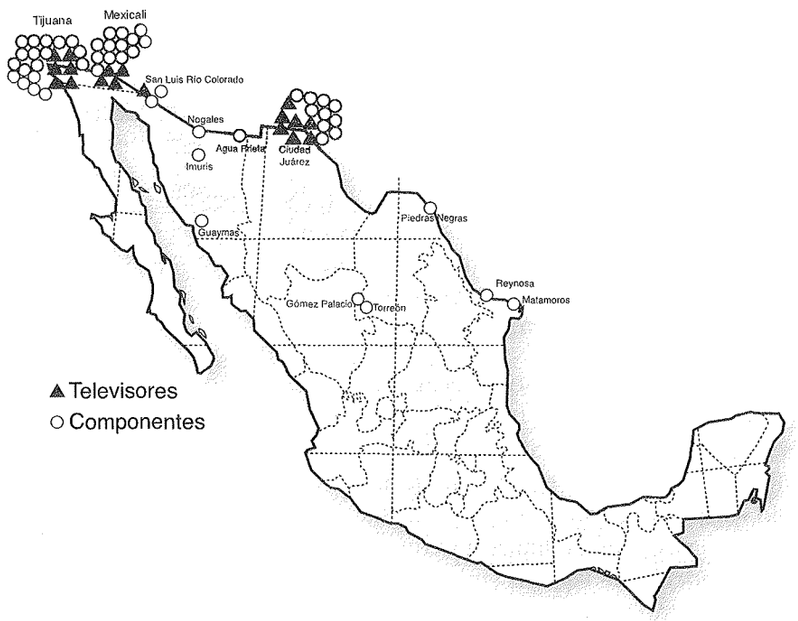


Fuente: Tomado de ProduCen, 2003

A finales del año 2000 operaban en la frontera norte de México alrededor de 110 plantas electrónicas relacionadas con la producción de televisores y sus componentes, provenientes de CTN japonesas, coreanas, taiwanesas, europeas y estadounidenses (Mapa 1). El complejo del televisor en esa región mexicana empleó ese año a más de 90,000 trabajadores, incluyendo a más de 10,000 técnicos e ingenieros, y produjo cerca de 30,000,000 de aparatos al año, 90% de los cuales fueron para el mercado norteamericano. Un total de 13 firmas, localizadas en Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez eran el origen de 8 de cada 10 televisores a color vendidos en el mercado norteamericano.

De acuerdo con las proyecciones del Banco Mexicano de Comercio Exterior (Bancomext), para el año 2003 el consumo de televisores nuevos en Estados Unidos se habría estabilizado en unos 29,000,000 de aparatos al año, en tanto que la región de América del Norte en su conjunto estaría consumiendo un total de 33,000,000 de aparatos (Cuadro 1). Para entonces, se suponía que la producción de televisores en México habría de superar la demanda de la región norteamericana y estaría abasteciendo a otros mercados

Mapa 1 Cluster de la industria de los televisores en México. Plantas de TV y componentes



Fuente: Contreras y Carrillo, 2001

como Centroamérica y Sudamérica. De hecho empresas como Sony y Samsung habían empezado desde hacía varios años la exportación hacia esas regiones. Sin embargo, el pronóstico no tomó en cuenta otros factores: a) la entrada al mercado de un país agresivo como China, que desde los ochenta era un productor importante de televisores; b) el cambio sustantivo en el mercado de Estados Unidos y Canadá del CTV (*televisión a color*) a la TV digital; c) la preferencia por televisores de gran tamaño; y d) el ciclo de vida del producto del CTV. En contra de los pronósticos, las exportaciones de televisores a Estados Unidos declinaron fuertemente a partir de 2001 y llegaron a su nivel más bajo en 2002, con 15,600,000 aparatos. En 2003 se dio una moderada recuperación, y tan sólo en la zona noroeste de la frontera (Tijuana, Mexicali, Rosarito y San Luis Río Colorado) se produjo cerca de 19,000,000 de aparatos.

Cuadro 1 Pronóstico de produccion y consumo de televisores en la región del TLCAN (miles de unidades)

País	Producción		Consumo	
	1998	2003	1998	2003
México	25,361	34,800	1,560	2,000
Estados Unidos	400	400	29,925	29.200
Canadá			1,900	2,100
TOTAL	25,761	35,200	33,385	33,300

Fuente: Contreras y Carrillo, 2001, basado en Bancomext, 1999

El crecimiento sostenido de la ITV en México es producto de la alta competitividad internacional que han alcanzado las operaciones locales de las CTN. Se ha señalado con frecuencia que la expansión de esta industria se debe a diversas ventajas comparativas, entre las que destacan la cercanía geográfica con Estados Unidos, la estabilidad política y laboral de la región, y la flexibilidad, disponibilidad y costo de la mano de obra. Otros factores observados son las políticas de apertura comercial, la desregulación del sector y la fuerte promoción de IED. Sin embargo, los principales ingredientes de la competitividad alcanzada por la ITV residen en las propias estrategias desarrolladas por las filiales y sus casas matrices, las cuales han desencadenado un proceso de escalamiento industrial en las filiales en México (Carrillo y Mortimore, 1998; Lara, 1998; Barajas, 2000; Contreras y Carrillo, 2001).

De acuerdo con las propias gerencias de las filiales en México, entre los principales factores internos para elevar la competitividad se encuentran la tecnología y los recursos humanos. Entre esos factores destacan la utilización de tecnología de clase mundial, una alta automatización de los procesos de producción, la delegación de algunas actividades de investigación y desarrollo a las filiales en México, la aplicación local de ingeniería en el diseño, la implantación de modelos de administración flexibles, y el incremento en la contratación de técnicos y profesionistas altamente especializados. Como consecuencia de la creciente delegación de funciones productivas y organizacionales, las plantas locales han cobrado una relativa autonomía de sus matrices en aspectos como la selección, gestión y aprovechamiento de los recursos humanos, selección de proveedores locales, adaptación de tecnologías organizacionales, y transferencia tecnológica intra-firma.

Esta descripción fortalece el argumento de que las CTN del televisor en México han evolucionado del ensamble tradicional hacia operaciones de manufactura avanzada, evolución en la cual se han generado procesos de aprendizaje local que favorecen las nuevas inversiones en esta actividad (Lara, 1998; Alonso, Carrillo y Contreras, 2002). Como ejemplo de la complejidad productiva alcanzada por las filiales locales es posible señalar que el número de modelos de televisores y la elaboración de otros productos, como componentes y monitores para computadoras, se ha incrementado en forma destacada (Mapa 1).

Por ejemplo, Sony produce 10 diferentes modelos de TV y de proyección, adicionalmente fabrica monitores de computadoras, aparatos de televisión por satélite y componentes clave; Samsung fabrica seis tamaños de TV en 65 modelos diferentes, produciendo localmente la mayoría de los componentes clave (transformadores, yugos deflectores, sintonizadores y tubos de rayos catódicos, entre otros). El Cuadro 2 muestra los diferentes productos que fabrican internamente las filiales de las CTN del televisor en Tijuana. Un estudio encontró que en algunas compañías la maquinaria y equipo (Samsung Display y Sanyo) y los *blue prints* (Sanyo) eran propiedad de las filiales, y que conducían actividades de investigación y desarrollo (Sanyo) (Barajas, 2000: 169). El mismo estudio refiere que algunas CTN destacan por su mayor sofisticación en los procesos de producción en manufactura, herramental y montaje de superficie (Sanyo, Samsung, Matsuchita, Hitachi).

Cuadro 2 México: ensambladoras finales de televisores en la frontera Norte (2003)

Firma (*)	Plantas	Ciudad	Productos	País de origen
Baja California				
Matsushita (1980)	1	Tijuana	PTV, CTV, sintonizadores, yugos deflectores (Quasar, Panasonic, National, Technics)	Japón
Sanyo (1982)	3	Tijuana	CTV yugos deflectores, video componentes (Sanyo)	Japón
Sony (1985) (1988)	5	Tijuana, Mexicali	PTV, CTV, LCD PC monitores LCD (Sony)	Japón

(*Continúa*)

Cuadro 2 *Continuación*

Hitachi (1986)	1	Tijuana	PTV, Plasma (Hitachi)	Japón
Samsung (1988) (1995)	4	Tijuana	PTV, CTV CRT, yugos deflectores (Samsung)	Corea del Sur
JVC (1996)	1	Tijuana	PTV, CTV (JVC)	Japón
Daewoo (Nd)	2	San Luis Río Colorado	CRT	Corea del Sur
LG Electronics (1988)	2	Mexicali	PTV, CTV, Sintonizadores (Zenith, Goldstar)	Corea del Sur
Mitsubishi (1987)	2	Mexicali	PTV	Japón
Sharp (Nd)	1	Rosarito	CTV, LCD	Japón
Diamond (Nd)	1	Tijuana	CTV	Nd
Thomson (Nd)	1	Mexicali	CRT	Francia-China
ADI Systems (Nd)	1	Tijuana	PC monitores	Nd
Delta Electronics (Nd)	1	Tijuana	PC monitores	Nd
Acer	1	Mexicali	PC monitores	Nd
Chihuahua				
Thomson (1968)	2	Ciudad Juárez	TV yugos deflectores, chasís	Francia-China
Philips (Nd)	1	Ciudad Juárez	TV, componentes (Magnavox, Sylvania)	Holanda
Orion (Nd)	1	Ciudad Juárez	Japón	Corea del Sur
Toshiba (Nd)	1	Ciudad Juárez	TV, chasís	Japón

Fuente: Conteras y Carrillo, 2001; Carrillo, 2001a; ProduCen, 2003

* La información en paréntesis alude al año de inicio de operaciones, con base en entrevistas con gerentes; en los casos en donde aparecen dos fechas, la segunda corresponde al año de establecimiento de nuevas plantas.
Nd = No disponible

La complejidad productiva va acompañada también de procesos de aprendizaje organizacional e individual, derivados de la acumulación de experiencia técnica, administrativa y de dirección del personal local ocupado en estas CTN. Contreras y Kenney (2002) mencionan tres tipos de experiencias individuales intensivas en aprendizaje: el involucramiento del personal local en la transferencia de operaciones en plantas de Estados Unidos hacia México; el entrenamiento en aspectos específicos en otras plantas del corporativo o del cliente; y la experiencia derivada de la movilidad inter-firma, a través de la asimilación de conocimientos en diversos tipos de procesos productivos, estructuras organizativas y culturas corporativas.

Estos autores señalan que tales experiencias acumuladas dentro de las filiales CTN significan, para los individuos, un factor de competitividad en el mercado de trabajo profesional; para la empresa, un factor de eficiencia operativa y capacidad de adaptación; y para la localidad, un factor de maduración de una capa gerencial e ingenieril que se transforma en un recurso a disposición de la industria, lo cual tiene efectos colaterales para la economía local en su conjunto.[1]

Cabe destacar que las estrategias corporativas han sido relevantes no sólo por el aumento de las funciones productivas y el rol que cumplen las filiales CTN de televisores en Tijuana, sino por su mayor capacidad productiva, el aumento en el volumen de empleo y un proceso de transferencia de conocimientos y aprendizaje continuo de los individuos. En las plantas de televisores en Tijuana existe una trayectoria de aprendizaje en la que sus procesos se han vuelto más complejos, tecnológicamente más sofisticados y han requerido una mayor participación de personal calificado, todo lo cual las ha llevado a que del ensamble tradicional, por ejemplo del gabinete del TV (el caso de Hitachi y Sony), se hayan convertido en plantas de manufactura con una gran interdependencia en diversos asuntos con las empresas matrices, con la posibilidad de que en un futuro cercano lleguen a ser centros globales de manufactura.

[1] Ese estudio menciona algunos ejemplos de creación de nuevas empresas por ex-gerentes de maquiladoras (Contreras y Kenney, 2002). Otro trabajo analiza dos casos exitosos de nuevas empresas locales en las maquiladoras de Ciudad Juárez, vinculados con empresas de televisores y de autopartes (Carrillo, 2001a). Desafortunadamente existe muy poca información sobre la creación de empresas por parte de ex empleados de la maquiladora en México, a pesar de que éste es un nicho central por investigar debido al gran potencial de desarrollo que implica.

Este proceso de escalamiento industrial ha sido en gran parte resultado de una larga trayectoria de adaptación y aprendizaje regional, cuyo primer episodio tuvo lugar con la llegada de RCA a Ciudad Juárez en 1969. Una década después, la ciudad de Tijuana incursionó en la manufactura de televisores con el establecimiento de Matsuchita, y en la década de los años ochenta se registraron nuevas inversiones de estas mismas firmas y de otras CTN competidoras que fueron trasladadas a México. A lo largo de los años noventa tuvieron lugar inversiones masivas en esta industria, y a mediados de esa década inició el establecimiento de plantas productoras de componentes.

Al final de este proceso, la ciudad de Tijuana llegó a ser considerada en las publicaciones de negocios como la "capital mundial del televisor" o la "meca del televisor" (Darlin, 1996), y pasó a convertirse en la principal fuente de aparatos de televisión importados a Estados Unidos desde México. Tan sólo en los años iniciales del TLCAN (1994-1996) las firmas asiáticas invirtieron más de 1,000,000,000 de dólares en nuevas plantas en Tijuana (Corea 650,000,000 y Japón 400,000,000 de dólares) y para 1998 las plantas de esta ciudad habían llegado a un volumen de producción anual de más de 9,000,000 de televisores.

El crecimiento de esta industria tuvo consecuencias notables en el empleo, tanto en las plantas como en el conjunto de la industria del televisor en la ciudad. Respecto de las plantas, el número promedio de empleados aumentó radicalmente entre 1985 y 2000, pasando de 377 a más de 2,900 empleados por planta. En cuanto al total de empleados de las empresas fabricantes de televisores en la ciudad, este subió de 10,148 personas, en mayo de 1995, a casi 20,000 personas en diciembre de 2000.

En suma, las CTN de televisores en Tijuana evolucionaron notablemente a partir de los años noventa. Entre los cambios más importantes debe destacarse la complejidad del producto, la autonomía de las filiales, las actividades de diseño, el aprovechamiento de los recursos humanos y la modernización de las plantas (Carrillo y Mortimore, 1998). Comparando los estudios previos de este segmento de la electrónica con los datos recabados para este trabajo, se puede concluir que: a) ha crecido la participación de mexicanos en la alta gerencia; b) ha aumentado la autonomía de las filiales respecto de las matrices; c) se han incrementado las actividades locales de diseño; d) ha aumentado el nivel de automatización en los procesos de producción; e) se ha incrementado el nivel de la tecnología ("comparable con la mejor del mundo" en algunas firmas), y f) ha aumentado la certificación de los procesos de calidad y medio ambiente.

2 Proveedores locales e integración vertical

A partir del proceso de "maquilización" mencionado en la sección anterior, la industria eléctrica-electrónica en México disminuyó drásticamente la incorporación de insumos nacionales hasta llegar a un magro 1% promedio en los años noventa, lo que refleja la ausencia de encadenamientos significativos con la economía nacional, más allá del empleo masivo de mano de obra. De hecho, antes del TLCAN la provisión HTS 9802 penalizaba el incremento de componentes mexicanos ensamblados para la exportación a Estados Unidos, ya que preveía pago de impuestos en todas las partes e insumos no estadounidenses. Las reglas de origen del TLCAN introdujeron un cambio importante en esta situación, y los resultados empiezan a ser evidentes. Una muestra de ello son los casos de integración vertical mediante la incorporación de componentes clave, los cuales representan una muy alta proporción del valor agregado del televisor, así como el intenso comercio inter-maquila y las compras a diversos proveedores establecidos en México.

Este proceso, sin embargo, aún es parcial y la mayor parte de los proveedores continúan situados fuera del país. Los proveedores localizados en Norteamérica para las empresas OEM del televisor en México (19 plantas en total) se ubican en su mayoría en Estados Unidos (430) y una parte mucho menor en México (95).

Los vínculos entre las ensambladoras finales de televisores y sus proveedores locales son muy diferentes; dependen, en primer lugar, de la pertenencia a las redes transnacionales, y en segundo lugar, del nivel que ocupan los proveedores locales dentro de la cadena del producto. En el caso de los componentes e insumos clave, se trata por lo general de vínculos estrechos y de largo plazo. Como ejemplo se pueden mencionar las relaciones intrafirma desarrolladas por las diversas empresas del corporativo Samsung, que por definición son muy estrechas y de largo plazo; no obstante, otras firmas, como Matsuchita, JVC y Sony han establecido vínculos duraderos con filiales de

otras CTN. Sólo en Hitachi y Samsung Display no se encontraron relaciones de este tipo con proveedores locales (véase el Cuadro 3).

Una tendencia reciente podría fortalecer la ampliación de las redes locales de abastecimiento; consiste en la delegación a las filiales de las decisiones sobre la selección de sus proveedores. Sólo en Samsung Electronics se encontró que estas decisiones son tomadas por otra filial de la misma firma. Sin embargo, también existe una fuerte inercia en sentido contrario, pues a pesar de que existe una expectativa generalizada en torno a la consolidación de las relaciones de largo plazo con proveedores locales en el próximo lustro, en los años recientes sólo Hitachi ha tomado acciones concretas para atraer proveedores extranjeros a la región, lo cual le permitiría contar con proveedores más confiables de la capacidad y calidad requeridas.

En general el establecimiento de los proveedores en las cercanías de las plantas ensambladoras es resultado de acuerdos de alto nivel en los corporativos, o bien de iniciativas de los propios proveedores CTN, que encuentran diversos tipos de apoyo en las empresas del televisor. La mayor parte de éstas buscan acercar a sus proveedores desplegando acciones de asesoría y apoyo para fomentar relaciones de largo alcance. Esto se concreta ofreciéndoles información sobre los requerimientos de la demanda y el mercado, otorgándoles asistencia técnica, asesorándolos en la logística del aprovisionamiento, negociando precios y apoyándolos para que amplíen sus carteras de clientes (véase el Cuadro 3).

En términos generales, las filiales del televisor despliegan tres tipos de estrategias de aprovisionamiento local: integración vertical, comercio entre maquiladoras y subcontratación con proveedores locales. En conjunto, el peso de las empresas extranjeras dentro de estas estrategias de aprovisionamiento es abrumador. El 77% de las empresas proveedoras en Tijuana son de capital extranjero (11% otras CTN del televisor y 66% proveedores extranjeros) y el restante 23% son empresas mexicanas. Pero los porcentajes relativos al número de empresas pueden dar una imagen inadecuada, pues en términos del valor de los insumos adquiridos por una de las empresas transnacionales consultadas, 98% de sus compras proceden de empresas extranjeras establecidas en Tijuana y sólo 2% de firmas mexicanas.

Cuadro 3 Industria de la TV en Tijuana, 2001
Relaciones de largo plazo de las filiales transnacionales con proveedores locales

Empresa	Relación de largo plazo	(%) de compras locales	Quién decide dónde comprar	Expectativa para los próximos 5 años	Principales obstáculos para relaciones de largo plazo	Alienta a otras firmas a instalarse en la región
Matsushita	Sí	80%	La filial	Crecimiento	Falta de interés de la empresa	No
Sony Este	Sí	-	La filial	Crecimiento	Problemas de calidad y distribución	No
Hitachi	No	-	La filial	Crecimiento	Problemas de calidad y distribución	Sí
Samsung Mexicana	Sí	75%	Otra empresa de la misma firma	Crecimiento	Falta de socios potenciales capaces de cumplir con volumen y calidad	-
JVC	Sí	-	La filial	Crecimiento	Falta de socios potenciales capaces de cumplir con volumen y calidad	Sí
Samsung Display	No	20%	La filial	Crecimiento	Falta de capacidad tecnológica	Sí
LG Electronics	Sí	-	La filial	Crecimiento	Falta de socios potenciales capaces de cumplir con volumen y calidad	Sí

Fuente: Carrillo, 2001a

Al igual que la industria del televisor en su conjunto, las relaciones cliente-proveedor en la ITV de Tijuana han experimentado una sustancial transformación a lo largo de los casi 25 años de presencia local de las empresas del televisor. A grandes rasgos, dicha evolución se puede dividir en tres etapas. La primera etapa inicia a finales de los años setenta y abarca toda la década de los ochenta, periodo en el que las plantas japonesas se concentraron en el ensamble final de televisores y en realizar algunas operaciones relacionadas con la producción de componentes de tecnología estandarizada. Prácticamente no había proveedores directos en este lapso, sino empresas de servicios, fundamentalmente mexicanas.

La segunda etapa comprende de finales de los años ochenta hasta mediados de los noventa, periodo en el que se inicia la integración vertical de componentes como gabinetes, placas, bocinas y conectores; es decir, en general, partes intensivas en mano de obra. Resulta de particular relevancia el subensamble manual y automático de las tarjetas impresas que comienza a realizarse dentro de las plantas, lo cual implica un incremento en la intensidad de capital y en el nivel de automatización de las plantas. En esta etapa comenzó a realizarse una mayor transferencia de tecnología, provocando que el conocimiento compartido entre la matriz y la filial fuera un elemento fundamental para el aprovechamiento de las nuevas tecnologías de inserción y las nuevas actividades a desarrollar. Es en esta etapa, y en virtud de las nuevas funciones productivas de las plantas, que empiezan a desarrollarse proveedores extranjeros y mexicanos, generalmente por iniciativa de las propias CTN.

La tercera fase inicia con el establecimiento de TLCAN y en ella se encuentra la ITV actualmente. Se le puede caracterizar como una etapa en la que se fortalecen tres procesos, todos vinculados con las reglas de origen y con el dinamismo de las maquiladoras en la frontera norte: a) la reubicación de empresas proveedoras asiáticas en México por iniciativa de las CTN y mediante acuerdos entre corporativos;[2] b) la integración vertical a través del establecimiento de nuevas plantas de los corporativos, especializadas en componentes, mediante acuerdos entre divisiones, y c) la difusión de proveedores

[2] De acuerdo con uno de nuestros entrevistados, privilegiar los negocios intra-CTN resulta benéfico para los altos directivos de la firma, lo que inhibe el desarrollo de proveedores externos. Se trata desde luego de una opinión que merece explorarse.

mexicanos (locales o nacionales) con esquemas de subcontratación en productos de bajo valor agregado como los empaques de cartón, ropa de trabajo, piezas metálicas y una amplia gama de servicios. Estos proveedores han sido desarrollados por las filiales CTN en Tijuana, y sólo en algunos casos, las iniciativas provienen de las propias firmas mexicanas.[3] Además, se consolidan otro tipo de servicios a las empresas como despachos de abogados, empresas aduaneras, de seguridad, de comida, etcétera, así como servicios de infraestructura y de información tecnológica, entre otros.[4]

Un trabajo que analizaba el complejo del televisor en los inicios de esta tercera etapa (Lara, 1998) reportó que en 1995 existían 27 plantas japonesas, entre ensambladoras finales y proveedoras, vinculadas con la manufactura de televisores. Este estudio identificó una tendencia a la fabricación de un mayor número de componentes y a una mayor complejidad tecnológica en las operaciones locales, incluyendo la producción de convertidores, transformadores, fuentes de poder y cinescopios; en suma, un progresivo escalamiento hacia procesos intensivos en capital, los cuales requieren de una mayor calificación de la fuerza de trabajo, entre otras cosas. Un estudio posterior (Contreras y Carrillo, 2001) encontró que una quinta parte de los más de 500 proveedores de la ITV son empresas establecidas en México. Dicho trabajo enfatiza el proceso de reubicación de proveedores asiáticos en México y el desarrollo de redes de abastecimiento local bajo esquemas de estrecha coordinación.

Las estrategias de aprovisionamiento de la ITV son complejas, integrando en su cadena de abastecimientos locales a numerosas empresas de primer, segundo y tercer nivel, con las cuales mantienen relaciones de diversa índole. Todo indica que estas redes locales se fortalecerán en los próximos años, principalmente debido a los incentivos representados por las economías de escala, la entrega oportuna y las exenciones arancelarias contenidas en el TLCAN. Las estrategias dominantes se pueden resumir en las siguientes tres tendencias:

[3] No se cuenta con datos acerca de empresas mexicanas que hayan sido adquiridas por firmas proveedoras extranjeras. Se trata de inversiones tipo *greenfield* de compañías extranjeras.

[4] Si bien muchos de estos servicios están poco relacionados con la producción, algunos de ellos son fundamentales en la distribución del producto, como es el caso de las agencias aduaneras.

Las entrevistas confirman que el desarrollo de proveedores locales no es un aspecto prioritario dentro de las estrategias corporativas. La percepción generalizada al interior de las CTN sobre los potenciales proveedores mexicanos remite a la falta de capacidad para atender los altos volúmenes de producción requeridos, la baja calidad de los productos, los altos precios y la falta de entrega a tiempo. Un directivo de Philips Consumer Electroncis mencionó a la USITC (United States International Trade Commission, por sus siglas en inglés), que "México no cuenta con la infraestructura tecnológica entre sus proveedores domésticos para apoyar el alto volumen de requerimientos de productos electrónicos líderes, como las televisiones y los monitores para computadoras" (citado por Carrillo, 2001a). Contreras (2000) encontró que JVC requería de proveedores JIT (*just in time*) y las empresas nacionales no podían lograrlo ni mantener los precios, con lo cual la confianza y la palabra empeñada bajo código de conducta japonés resultaban seriamente afectadas.

Un problema adicional son los acuerdos corporativos que se realizan en el país de origen de la CTN; las condiciones de precio, calidad y entrega acordadas entre varias CTN, conforman una seria barrera de entrada a los proveedores locales, ya que estos últimos no tienen la capacidad de enfrentar dichos requerimientos. Samsung, por ejemplo, citó estos acuerdos coreanos como el principal problema para conseguir empresas en la región (Contreras, 2000).

Uno de los problemas permanentes de la industria es el de la rotación en el empleo, que afecta por igual a las ensambladoras finales y a sus proveedores. Sin embargo, para estas últimas es muy difícil competir por la mano de obra, debido a que no pueden ofrecer salarios, prestaciones y, especialmente, las condiciones laborales de las CTN. Ventajas económicas y no económicas semejantes sólo las pueden ofrecer las filiales extranjeras.

La rotación de personal es un problema no sólo por el costo asociado a la capacitación (alrededor de 300 dólares por trabajador), sino porque representa un desafío para las empresas en términos de calidad y aprendizaje organizacional. Con elevados niveles de rotación es muy difícil introducir programas dirigidos a fomentar el involucramiento en el trabajo, continuar creciendo a altos ritmos, e incluso atraer nuevos proveedores. Desde los años ochenta la rotación ha estado asociada con el dinamismo de la industria maquiladora en la zona fronteriza (Carrillo, 2001b), aunque la renovada expansión industrial derivada del TLCAN ha hecho que aumenten las tasas de rotación. En el caso de la ITV la rotación mensual promedio en 1995 era de 8%, y en 2001 había ascendido a 13%. Es importante matizar estos datos señalando que alrededor de 40% de los trabajadores son 'estables' (que no cambian de empleo), mientras que 60% son 'rotadores' (que se mueven mucho entre plantas) (Carrillo y Santibáñez, 2001).

Por último, aunque de muy distinto nivel, otro problema es la poca fiabilidad de las estadísticas oficiales,[6] las cuales no reflejan el creciente proceso de integración vertical en la región (el caso del cinescopio es el más elocuente en este sentido) ni la incorporación de componentes menores y servicios diversos. Aparentemente, las cifras que continuamente se divulgan en relación con la muy baja integración de insumos nacionales se convierte en un factor de inhibición para el desarrollo de nuevos proveedores.[7]

La historia del atraso empresarial es compleja. Por una parte, la incorporación de componentes mexicanos bajo el mecanismo estadounidense HTS 9802 era penalizada;[8] y por otra parte, las políticas gubernamentales mexicanas no fueron atinadas. La política industrial nunca consideró algún porcentaje mínimo de contenido local (debido a que explícitamente las maquiladoras fueron excluidas de las políticas sectoriales); los programas de fomento y apoyo no tuvieron éxito; y las PYMES locales fueron inhibidas *de facto* para mejorar su desempeño por la existencia de una tortuosa burocracia y por la falta de apoyos financieros.

Aunado a ello, en las ciudades fronterizas como Tijuana y Ciudad Juárez no existió una tradición manufacturera y se encontraban lejanas de los centros industriales y de consumo mexicanos (Monterrey, Guadalajara y Ciudad de México). Así, un conjunto de condiciones internas y externas inhibieron el desarrollo de los proveedores locales. No fue sino hasta los años ochenta cuando dio inicio un lento proceso de vinculación productiva y de los servicios, como resultado de la aglomeración industrial en la región. Este fenómeno se intensificó a mediados de los noventa ante las nuevas exigencias y oportunidades derivadas del TLCAN.

---

[6] Un entrevistado comentó que si bien el nivel de integración en la IME (*Industria Maquiladora de Exportación*) ha sido muy bajo históricamente, ha habido cambios sustantivos como la incorporación de productos *in-house* y esto no se ve reflejado en las estadísticas. El caso de los televisores es el mejor ejemplo para demostrar esto, ya que la fabricación de cinescopios en Tijuana (70% del valor del producto), por ejemplo, debería verse reflejado en el aumento del nivel de intregación nacional, y no es así.

[7] Entrevista con Enrique Mier y Terán, 28 de enero de 2001.

[8] La penalización, hasta antes del TLCAN, era a través de la aplicación de tarifas diferenciales a componentes realizados fuera de Estados Unidos y que no pertenecían a ese país.

Aunque es preciso admitir que en materia de desarrollo de proveedores existe un enorme rezago que representa un desafío para la política industrial mexicana, también es importante reconocer los cambios y tendencias en la ITV. En primer lugar, el contenido mexicano se ha incrementado de 0.6% a 3.7% en el periodo 1990-95, alcanzando 8% en algunas empresas. En segundo lugar, las propias OEM requieren y buscan proveedores locales; todas las ensambladoras de televisión han participado en múltiples ferias comerciales locales y nacionales en los últimos años. Sony es ejemplar en este sentido ya que ha llevado a cabo muestras exclusivas de sus propios insumos. Por último, la adopción de esquemas de abastecimiento vía electrónica (a través de Internet) representa una nueva oportunidad para la incorporación de nuevas empresas locales a las cadenas de abastecimientos.

3 Transición y perspectivas

A finales del año 2000, las partes y componentes incorporadas a los televisores manufacturados en México representaban un mercado de más de 8,000,000,000 de dólares al año. Se trata de un mercado que tradicionalmente ha estado fuera del alcance de las empresas mexicanas debido a diversas circunstancias, entre ellas la dificultad para cumplir con los estándares de calidad, la disminución de costos y los tiempos de entrega exigidos por las CTN. Si bien se dieron importantes avances dentro de la producción en las filiales CTN de televisores en México, así como en la producción de ciertos componentes por empresas extranjeras, los proveedores mexicanos quedan rezagados a pesar de las políticas gubernamentales dadas las presiones de las reglas de origen del TLCAN.

A finales de los años ochenta se inició la integración vertical intensiva de algunos componentes y partes en mano de obra, así como la incorporación de proveedores mexicanos en áreas marginales como empaques, ropa de trabajo y algunos servicios, y a mediados de los noventa empezaron a proliferar en la ciudad de Tijuana las empresas proveedoras: algunas de ellas eran plantas asiáticas reubicadas mediante acuerdos entre corporativos; otras eran producto de acuerdos divisionales para el establecimiento de plantas del mismo corporativo especializadas en componentes; y algunas más, empresas mexicanas, locales o nacionales, con esquemas de subcontratación en productos de bajo valor agregado.

Este patrón común de abastecimiento local entre las TNC del televisor presenta importantes diferencias dependiendo de la estrategia particular de cada firma y de la trayectoria local de las empresas. Algunas han desplegado una estrategia de integración vertical, mientras que otras han optado por la diversificación de sus proveedores externos.

El caso de Samsung es ilustrativo. La principal motivación del corporativo coreano para atraer y desarrollar proveedores antes del TLCAN fue disminuir costos de producción, a lo cual se agregó posteriormente el objetivo de cumplir con las reglas de origen. De esta manera el TLCAN aceleró los planes de contar con proveedores cercanos en Tijuana, para lo cual se establecieron acuerdos entre el corporativo Samsung y proveedores de otras divisiones en Corea, así como acuerdos con CTN japonesas y con empresas estadounidenses. En todo momento las decisiones de localización y la selección de proveedores estuvieron en manos de las oficinas corporativas en Corea, y en las de sus socios coreanos y japoneses. Pero una vez establecidas en Tijuana, las plantas empezaron a buscar proveedores locales para sustituir a algunos de los foráneos. Por ejemplo, la gerencia de una de las plantas trató de vincularse con proveedores nacionales de productos químicos (entre ellos insumos básicos como ácido sulfúrico, ácido nítrico y sosa cáustica), tanto para cumplir con las reglas de origen, como para poder confinar sus residuos en territorio mexicano.[9] El principal problema encontrado en este caso ha sido la poca confiabilidad de los proveedores nacionales, en este ejemplo se presentan dos problemas típicos para el desarrollo de proveedores nacionales: por una parte la desconfianza hacia las empresas mexicanas por su frecuente incumplimiento de compromisos y por sus elevados costos de producción; por otra, la existencia de acuerdos corporativos preestablecidos con los proveedores en el país de origen de la IED, en este caso Corea.

Estos factores limitan considerablemente las posibilidades de acceso de los proveedores mexicanos a este mercado. Como se mostró en las páginas precedentes en el caso de la ITV, algunas empresas mexicanas han logrado establecer relaciones de aprovisionamiento con las filiales de las CTN del televisor, pero siempre en la segunda y tercera línea, es decir, en productos y servicios de bajo valor agregado. Esta situación, sin embargo, no es exclusiva de este sector. Tal como lo han confirmado otros estudios, la industria eléctrica-electrónica y la de autopartes tienen un comportamiento similar, y aun en las empresas automotrices (ensambladoras y autopartes no maquiladoras) se

[9] En México los precios de transporte y disposición son mucho menores que en Estados Unidos, pero al tratarse de productos suministrados por empresas mexicanas, se elude la obligación de regresar los desechos a aquel país (como lo establece el régimen de maquila), sin riesgo de que la empresa sea sancionada por violar la ley vigente en México.

han encontrado escasos vínculos con proveedores nacionales. Las limitaciones encontradas en estas industrias son muy similares: el desarrollo de proveedores se basa en acuerdos corporativos arreglados en el país de origen de las CTN, y además las empresas nacionales presentan problemas de escala, precios, tiempos de entrega, productividad y tecnología.

En suma, el rápido crecimiento del segmento del televisor en la década de los noventa estuvo caracterizado por el desarrollo de procesos de integración vertical y comercio interfirma en la mayoría de las empresas de televisores. Además estimuló el establecimiento de proveedores extranjeros en la región, principalmente empresas asiáticas y estadounidenses, así como la incorporación de algunos pequeños proveedores mexicanos. Todo ello ha permitido que se incremente en forma moderada el volumen y el valor de los insumos nacionales.

Las posibilidades de incorporar a un mayor número de empresas proveedoras de base local, no obstante, parece muy difícil en el corto plazo, pues además de la inexistencia de políticas institucionales o estrategias empresariales que faciliten este tipo de encadenamientos, la propia industria del televisor se encuentra en un proceso de reorganización y transición tecnológica.

La expansión de la industria del televisor durante la década de los noventa en México correspondió a una fase tecnológica que está en proceso de ser desplazada. Hasta hace muy poco, el desarrollo de los productos y la organización geográfica de la producción estuvieron basados en una trayectoria de estandarización tecnológica que hizo posible la simplificación de la mayor parte de los procesos, en tanto que los esfuerzos de renovación tecnológica se orientaron a mejorar la calidad de la recepción y a la convergencia de la tecnología del televisor con otros productos electrónicos.

En la actualidad la tecnología del televisor se encuentra inmersa en un salto de paradigma, pues el cambio involucra no sólo mejoras incrementales sino un cambio radical en el concepto mismo de transmisión y recepción. Por una parte, el tránsito hacia la televisión digital se encuentra muy avanzado en Estados Unidos, impactando dramáticamente a todo el mercado (Carrillo y Hualde, 2004); por otro lado, la irrupción de las pantallas de plasma y de cristal líquido está desplazando rápidamente a los tubos de rayos catódicos (cinescopios), principal componente de los televisores convencionales. Estos cambios en el mercado del televisor implican una drástica transformación en la tecnología del proceso e introducen nuevos requerimientos de insumos y partes. Actualmente este proceso de transición se encuentra en pleno desarrollo: en 2004 un total de cinco maquiladoras ya ensamblan televisores con pantalla de cristal líquido, tres más lo hacen con pantalla de plasma, y tres más tienen planes para introducir este mismo año alguna de estas tecnologías (Contreras, 2004).

En este contexto, el proceso de incorporación de proveedores de base nacional se torna aún más difícil, dadas las limitaciones de las empresas locales para incursionar en este tipo de productos. La tecnología de las nuevas pantallas de plasma y de cristal líquido es propiedad de las corporaciones japonesas y coreanas, y la producción de los principales componentes se concentra en los países de origen. Enfocadas en el proceso de transición tecnológica y en hacer frente al desafío creciente de la competencia china, que ha empezado a ampliar su participación en el mercado de Estados Unidos, las transnacionales del televisor difícilmente caminarán en dirección de incorporar una mayor cantidad de insumos mexicanos.

Las filiales de las CTN han mostrado ser un importante vehículo para la modernización de la industria y el desarrollo de empresas en México. Sin embargo, sus propias estrategias de aprovisionamiento local, combinadas con las limitaciones de las empresas mexicanas para cumplir con los estándares de este exigente mercado, representan fuertes obstáculos para un desarrollo regional más equilibrado que involucre a una mayor cantidad de empresas nacionales. Una participación más activa de los propios actores locales y el fortalecimiento del entorno institucional son condiciones indispensables para que este proceso se consolide.

Índice de referencias

Alonso, Jorge, Jorge Carrillo y Óscar Contreras (2002) "Aprendizaje tecnológico en las maquiladoras del norte de México" en *Frontera Norte*, México, El Colegio de la Frontera Norte, en prensa

Bancomext (Banco Mexicano de Comercio Exterior) (1998) "La industria eléctrica-electrónica mexicana", en http://mexico.businessline.gob.mex/sectorial/elec_dos.html, consultado el 15 de marzo de 2001

Bancomext (Banco Mexicano de Comercio Exterior) (1999) "Panorama general del sector eléctrico-electrónico en México", en http://www.bancomext.gob.mx/Bancomext/index.jsp, consultado el 15 de marzo de 2001

Barajas Escamilla, María del Rocío (2000) *Global Production Networks in an Electronics Industry: The Case of the Tijuana-San Diego Binational Region*, Tesis doctoral, Irvine, University of California

Carrillo, Jorge (2001a) *Encuesta especial de negocios sobre el vínculo entre empresas locales y afiliadas a las* CNT *2000-2001. El caso de la industria del televisor en Tijuana*, México, El Colegio de la Frontera Norte, inédito

Carrillo, Jorge (coord.) (2001b) *Condiciones de empleo y capacitación en las maquiladoras de exportación en México*, México, El Colegio de la Frontera Norte, Plaza y Valdés

Carrillo, Jorge y A. Hualde (2004) *Competitividad y escalamiento industrial en México: de la televisión análoga a la digital*, inédito

Carrillo, Jorge y Jorge Santibáñez (2001) "Rotación de personal en las maquiladoras de exportación en Tijuana" México, Plaza y Valdés, segunda edición

Carrillo, Jorge y Michael Mortimore (1998) "Competitividad en la industria de los televisores en México: del ensamble tradicional a la formación de clusters" en *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, Campinas, núm. 6, Alast: 79-100

Carrillo, Jorge y R. González (1999) *Empresas automotrices alemanas en México. Relación cliente-proveedor*, México, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Cuaderno de Trabajo 17

Carrillo, Jorge y Raúl Hinojosa (2001) "La evolución de la industria maquiladora de arneses" en *Región y Sociedad*, v. XIII, núm. 21, Hermosillo, El Colegio de Sonora, enero-junio: 79-116.

Contreras, Óscar (2000) *Empresas globales, actores locales. Producción flexible y aprendizaje industrial en las maquiladoras*, México, El Colegio de México

Contreras, Óscar (2004) *Transición tecnológica y reorganización productiva de la industria del televisor en México*, inédito

Contreras, Óscar y Jorge Carrillo (2001) "Comercio electrónico e integración regional. El Caso de la Industria del Televisor en el Norte de México" en *Memoria de la Conferencia Internacional: Libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora*, México, Secretaría del Trabajo y Previsión Social

Contreras, Óscar y Martin Kenney (2002) "Global industries and local agents: becoming a world class manager in the Mexico-USA border region" en Paul Kennedy-Victor Roudometof (ed.) *Communities Across Borders*, Londres-Nueva York, Routledge

Contreras, Óscar y Rhonda Evans (2003) "Más allá de las maquiladoras: el complejo manufacturero del televisor en el norte de México" en Óscar Contreras y Jorge Carrillo (coords.) *Hecho en Norteamérica: Cinco estudios sobre la integración industrial de México en América del Norte*, México, Cal y Arena

Darlin, D. (1996) "Maquiladora-ville" en *Forbes*, 6 de mayo: 111-112

Dicken, Peter (1998) *Global Shift. Transforming the World Economy*, Londres, Paul Chapman Publishing

Dussel Peters, Enrique y Clemente Ruiz Durán (2002) "La integración de Norteámerica y el desarrollo: la industria de la computación", México, Facultad de Economía-UNAM, inédito

Lara Rivero, Arturo (1998) *Aprendizaje tecnológico y mercado de trabajo en las maquiladoras japonesas*, México, Miguel Ángel Porrúa-UAM Xochimilco

Lowe, Nichola y Martin Kenney (1999) "Foreign Investment and the Global Geography of Production: Why the Mexican Consumer Electronics Industry Failed", en *World Development*, v. 27, núm 8: 1427-1443

ProduCen (2003) "Enfoque al valor. El caso de los display devices", ProduCen, Tijuana, agosto (documento interno)

Sargent, John y Linda Matthews (2001) "Combining Export Processing Zones and Regional Free Trade Agreements: Lessons from the Mexican Experience" en *World Development*, v. 29, núm. 10: 1739-1752

10

¿Qué se puede aprender de los cambios en la educación y en la formación para el trabajo? Reflexiones para el diseño de políticas

Guillermo Labarca

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la industria electrónica en Guadalajara genera demandas de recursos humanos e interrogantes sobre la manera más efectiva para satisfacerla, pues implica definición de prioridades, asignación de recursos, prognosis sobre las demandas en el mediano y largo plazos, características del desarrollo tecnológico presente y futuro, evaluación de los *stocks* existentes, etc. Un buen diseño de políticas para este sector debe tener en cuenta múltiples factores como los aquí mencionados; sin embargo, una lista larga, que no es difícil de hacer, no ayuda a la elaboración de estrategias sino que paraliza. Es por ello que en este trabajo me limitaré a los factores que me parecen decisivos y que, en mi opinión,[1] no pueden ser descuidados.

La electrónica del estado se ha caracterizado por un impresionante crecimiento, por usar tecnologías a alta intensidad de capital, por su orientación a las exportaciones, por un intenso comercio entre las firmas y por una estrecha integración con la economía mundial. A pesar de estas características no ha desarrollado vínculos muy estrechos con el resto de la economía mexicana, salvo en la provisión de recursos humanos y de algunos servicios

[1] Mi opinión está sustentada en investigaciones sobre "Formación y Empresa" realizadas en ocho países de la región. Algunos de los trabajos de esta investigación han sido publicados en dos libros: el primero, *Formación y Empresa* (1999), y el segundo, *Formación para el trabajo: ¿pública o privada?* (2001), ambos editados por Cinterfor.

de apoyo. Ambas actividades generan demandas nuevas, diferentes de la demanda tradicional en la región, de acuerdo con Dussel (2000), la electrónica del estado de Jalisco generó alrededor de 80,000 empleos directos en 1999, crecimiento patente al compararlo con los 5,000 que había en esa entidad en 1995. De hecho, la tasa anual de crecimiento del empleo en Guadalajara fue de 45.3% entre 1994 y 1999.

Estos empleos aparecen ligados a profesiones de los sectores de la electrónica y de servicios con requisitos de calificación básica y especializada en todos los niveles de la escala ocupacional. Los diferentes sistemas de formación elaboran e implementan respuestas tales como las carreras de ingenierías de las universidades tecnológicas, la calificación impartida o contratada por una gran cantidad de empresas, un sistema de formación dual que vincula la educación media con el aprendizaje (sistema desarrollado por Siemens), y actividades productivas que tienen efectos formativos sobre los trabajadores.

No obstante, estas iniciativas son insuficientes. Los actores económico-sociales manifiestan por diferentes medios su disconformidad con la calidad y cantidad de los recursos humanos disponibles. Las críticas se refieren, entre otros aspectos, a la falta de flexibilidad para adaptarse a nuevas tareas, a la poca capacidad para resolver problemas y al *stock* insuficiente de personas con los conocimientos básicos necesarios para estas actividades, lo cual lleva a desbalances en el mercado del empleo.

Además, las mejoras introducidas en los sistemas de formación para el trabajo en la última década han partido de una suposición, sin duda meritoria y muy útil en el corto plazo, pero que genera disfuncionalidades en el mediano o largo plazo: que la formación debe subordinarse al patrón tecnológico existente en uso. Los efectos de este supuesto son perceptibles sobre todo en la educación superior y en otras áreas específicas de formación para el trabajo, como es la capacitación. La educación general, que en mi opinión es clave en tanto es el sustento de otras modalidades, sigue esquemas de formación un tanto alejados de las características del desarrollo en la región.

La importancia de esta constatación es, en primer lugar, que una formación específica concebida dentro de un patrón fijo no desarrolla capacidades ni competencias para innovaciones tecnológicas radicales. Ahora bien, aun cuando las innovaciones tecnológicas introducidas en el complejo electrónico de Guadalajara hayan pertenecido a la misma familia tecnológica, eso no asegura una continuidad futura, especialmente si se tiene en cuenta el dinamismo de este sector, la necesidad que tiene la región de mantenerse en la

tecnología de punta y la velocidad de los cambios de producto y de proceso que se introducen en este sector. En segundo lugar, pero no menos importante, es de atender que una formación muy comprometida con objetivos de corto plazo no contribuye ni fomenta la investigación, cuyo raquítico desarrollo es una de las debilidades del modelo impuesto en el sector electrónico de Jalisco.

Otra observación relevante es que una constante de las políticas de formación es que hayan sido invariablemente diseñadas en la fase expansiva del ciclo, cuando crece la demanda de personal calificado y existen recursos públicos y privados para ello; en esta fase, además, se han creado o reformado las instituciones encargadas de aplicarlas. Pero en los diseños institucionales y de acciones no se han considerado crisis ni contracciones de la producción, lo que a menudo frustra o deja a medias su implementación, y/o pueden generar contingentes de desempleados calificados.

Un aspecto que también se ha descuidado es la incorporación de los individuos que se forman a la toma de decisiones sobre formación. No existen incentivos para que ellos dediquen recursos y tiempo para su propia formación, tampoco hay un reconocimiento institucional para los conocimientos que adquieren en el trabajo mismo, ni se usa su experiencia al hacer diagnósticos o diseñar currículas.

Esta evolución de la formación no ha considerado la gran heterogeneidad de la demanda, asociada con las desigualdades entre sectores, con el nivel de desarrollo de las diversas actividades económicas y con los diferentes senderos que recorren las tecnologías. La heterogeneidad ha tendido a aumentar en el periodo, aumentando en consecuencia la discrepancia entre oferta y demanda de recursos humanos.

1 ¿Qué hacer con la formación?

Pienso que las experiencias exitosas de formación para el trabajo, en la región y fuera de ella, dan indicaciones útiles para el diseño de políticas y estrategias. Más allá de la estrecha relación entre producción y formación, señalada por analistas y ejecutores de políticas y confirmada por la práctica, existen otras dimensiones que se deben tener en cuenta.

Las reformas y proyectos de reformas educativas que se han iniciado o están por implantarse en América Latina plantean como uno de sus objetivos centrales establecer o reforzar relaciones más estrechas con el aparato productivo. Esta preocupación surge siempre vinculada con políticas, avan-

zadas o incipientes, de reformas económicas que atribuyen a la formación de recursos humanos un rol importante para elevar los niveles de productividad y para facilitar la incorporación de tecnologías, a fin de ir cerrando la brecha tecnológica y de productividad que existe entre los países de la región y las economías avanzadas.

En la década de los noventa se alcanzó consenso en la región sobre la necesidad de vincular educación con producción; al terminar la década, este consenso fue reforzado por los análisis sobre las reformas económicas. Los analistas señalan que lo hecho en materia de reformas económicas, aun en los casos más exitosos, es insuficiente, y que es necesario profundizar el proceso de "reordenamiento" de la economía. Se notan divergencias entre diferentes autores acerca del carácter que debe tener la profundización de las reformas, pero todos afirman la necesidad de elevar los niveles de productividad de los factores. En este empeño la formación de recursos humanos es una pieza clave, y en consecuencia, los sistemas de educación y de capacitación de recursos humanos merecen una atención particular. El cuestionamiento que generan estas propuestas es la manera en que la formación, escolarizada o no escolarizada, puede contribuir efectivamente a modernizar aparatos productivos que contribuyan a un crecimiento acelerado.

La respuesta a esta pregunta no es tan fácil como pareciera a primera vista. No basta con la evidente afirmación de que es necesario adecuar los sistemas de educación y formación a las nuevas demandas del aparato productivo, actuales o previsibles, mejorando cobertura y calidad, ni con la creación y ejecución de políticas consecuentes. Las reformas iniciadas de los sistemas de educación, los planes de reformas, y otras acciones más localizadas, especialmente en los sistemas de formación profesional, muestran que esta adecuación es difícil y que su dinámica debe ser bien entendida.

Para comprender la complejidad del problema y evaluar adecuadamente las políticas implementadas en esta dirección, es conveniente hacer una breve excursión sobre las disyuntivas de política económica que se ofrecen. Simplificando en extremo el debate sobre políticas económicas a seguir, y una vez que se han hecho, bien o mal, evaluaciones de desempeño, el tema se reduce a determinar cuál es la combinación óptima de libre mercado y regulación adecuada, teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada país o de cada una de las regiones. Fundamenta este debate la constatación de que lo hecho hasta el momento es insuficiente, incluso en los casos más exitosos.

Cualquier estrategia que salga de estos debates implica, por una parte, el diseño de políticas macro y eventualmente microeconómicas apropiadas, y por otra la redefinición o modificación de las instituciones, de las relaciones entre ellas y con los agentes económico-sociales, o incluso el establecimiento de instituciones y regulaciones nuevas que atiendan más adecuadamente la configuración que ha asumido el aparato productivo y las metas de desarrollo que se proponga.

En cualquier caso, para el problema tratado aquí hay que considerar que el desarrollo en Guadalajara ha sido basado en un uso intensivo de recursos humanos (especialmente maquila). Esta dimensión es relevante en tanto que define una demanda específica de recursos humanos, las características de las habilidades requeridas (básicas generales y específicas), el perfil de las especializaciones, etc.

Ahora bien, una pregunta que debe uno plantearse al diseñar políticas para la formación general básica y media es si éstas deben apuntar a atender principalmente la demanda de los sectores más dinámicos, lo que implica una apuesta porque éstos sean capaces de diseminar tecnología moderna, más de lo que ahora están haciendo; o si debe atenderse prioritariamente a los sectores más atrasados, haciendo de la educación un agente de innovación. En este caso, el cuestionamiento es: ¿cómo contribuye la educación a avanzar en la dirección adecuada? De la respuesta surgen posiciones que inciden en la orientación misma de las políticas y estrategias educativas; éstas tienen implícitamente una posición que es muy conveniente explicitar.

Pero el asunto de fondo de las estrategias de desarrollo es el de los recursos, humanos y materiales, y su uso eficaz para implementar políticas exitosas que redunden en crecimiento. Para resolver esta problemática se han diseñado políticas que apuntan al crecimiento de las exportaciones, cuya calidad se pretende mejorar por medio de innovaciones tecnológicas; además, se flexibilizan los mercados financieros y se definen políticas fiscales que atraigan la inversión directa, la cual debería ir hacia esos sectores de exportación en una proporción importante. En el área de los recursos humanos se hacen experimentos, se elaboran e implementan reformas de los sistemas de educación y capacitación y se buscan alternativas organizativas, curriculares y financieras para mejorar la dotación de estos recursos.

Las políticas económicas y las tendencias de la innovación tecnológica son el marco donde se han situado las reformas y otras transformaciones de los sistemas de educación; éstos pretenden contribuir a mejorar la cantidad y calidad de los recursos humanos. No hay en la región o fuera de ella un au-

tor, político, diseñador de políticas o analista que no le asigne a la educación, formación para el trabajo y capacitación un papel central. Curiosamente, es uno de los sectores donde la velocidad de innovación es muy baja, insuficiente para acompañar las transformaciones del aparato productivo, donde la participación en la discusión y elaboración de propuestas concretas es reducida y donde merman fácilmente los recursos en situaciones de estrechez económica.

2 Elementos de diagnóstico

Para inducir inversiones en capital convencional es necesario conocer algunos de los incentivos que movilizan a los agentes económico-sociales y las señales a las que éstos responden; no ocurre los mismo cuando se trata de inversiones en capital humano. En este caso conviene tener en cuenta ciertas características de los sistemas de formación para poder evaluar las reformas que se están implementando y estar en condiciones de sugerir políticas efectivas.

En primer lugar hay que considerar que los sistemas de educación y de formación profesional son muy heterogéneos. Hay diferencias verticales, recogidas a menudo en las políticas públicas, y diferencias horizontales cuyos efectos negativos, si bien a veces pretenden ser resueltos por las mismas políticas, rara vez lo consiguen. Las dinámicas internas de los distintos subsectores de la educación son distintas: en tanto que algunos de ellos responden a las señales del mercado, otros no.

Un ejemplo de la heterogeneidad vertical es la que se observa entre la educación básica, la media y la superior. Otra menos evidente es la que existe entre escuelas secundarias y bachilleratos para los sectores sociales de mayores ingresos y el resto de las escuelas. En las primeras opera el mercado para inducir innovaciones tecnológicas, hasta el punto de colocarlas en la frontera tecnológica educativa, logrando que los alumnos egresados de estás escuelas estén en condiciones de postular a las universidades de los países industrializados, pues están en condiciones muy similares a los que egresan de escuelas secundarias y bachilleratos de esos mismos países. Algo similar ocurre en términos de mercado, aun cuando no siempre en la calidad de los resultados, con las universidades y otras instituciones de educación superior que mejoran la calidad de su oferta e incorporan nuevas tecnologías y contenidos para mantenerse atractivas. Sin embargo, éste es un sector que no cubre sino una baja proporción de la población escolar y universitaria en la región (alrededor de 10%).

Existe, tanto en el nivel secundario y medio como en el universitario, un segundo nivel de calidad que se evidencia por resultados de aprendizaje y desempeño posterior de sus egresados relativamente buenos, que responde menos al mercado que a tradiciones del establecimiento, a acumulación de conocimientos, a calidad pedagógica y al capital cultural de los estudiantes. Y después viene el resto de los establecimientos, todos ellos de desempeño insuficiente; en algunos de los cuales a veces se perciben mejoras de calidad, pero siempre de forma muy marginal.

¿Por qué esas escuelas y universidades de mejor calidad no son el parámetro para el resto del sistema? ¿Estas últimas no sienten la necesidad de introducir mejoras de calidad? La respuesta es relativamente simple: no lo necesitan y no cuentan con los recursos para ello. En otras palabras, porque los mecanismos de mercado no operan en estas instituciones y difícilmente se pueden remover las imperfecciones que ahí existen.

La heterogeneidad detectada en los sistemas de educación se manifiesta precisamente en las diferentes relaciones que tienen con el mercado las de mejor calidad y las que son más renuentes a introducir mejoras cualitativas. Las primeras, especialmente las escolares, deben mejorar continuamente sus servicios para atraer un público de altos ingresos que, además de buscar los beneficios sociales que conlleva asistir a esos establecimientos, incluyen entre sus criterios de selección la calidad académica, que es vista como una inversión. Hace un par de décadas, para las familias que toman estas decisiones, este último criterio era menos importante que otros de carácter no económico.

El costo de operación de las escuelas que se mantienen cerca de la frontera tecnológica educativa es muy alto: con algún grado de adaptación, las tecnologías que se incorporan a las instalaciones son las mismas que se están aplicando en países con un producto per cápita varias veces superior al obtenido en países de la región. De ahí que las familias de menores ingresos no puedan aspirar a entrar a esas escuelas, aun cuando compartieran los mismos criterios de los grupos de mayores ingresos. El número de escuelas públicas o privadas de calidad accesibles a sectores de menores ingresos es muy bajo y, precisamente para mantener la calidad, no pueden aumentar su oferta. Por otra parte, las diferencias de calidad entre éstas y la mayoría de las escuelas son marginales, e incluso las familias de los usuarios estiman que sus beneficios son menores que el costo marginal del cambio de establecimiento.

En el nivel de bachillerato ocurre un fenómeno similar, aun cuando aquí la formación imperfecta juega un papel más importante. La educación se-

cundaria, en tanto que inversión, se recupera por vías conocidas: el acceso a la educación superior y/o a calificación especializada. La recuperación de la inversión en educación superior es más incierta y a muy a largo plazo: no es transparente la relación entre los costos y beneficios de casi ningún estudio de nivel superior porque el salario de un egresado de la educación superior varía mucho en un lapso de cinco años; depende de las variaciones económicas en el mediano plazo y del *stock* de capital humano acumulado en la especialidad. A esto se suma lo mismo que se observa en la educación secundaria, la ausencia de mecanismos de mercado, determinada en este caso porque el capital acumulado, el aprendizaje realizado, el tiempo y dinero empleados por un individuo para estudiar en una escuela superior generalmente no pueden ser empleados en otra, lo que restringe la movilidad. La competencia entre estas instituciones, además, ocurre sólo entre las de mejor calidad, que buscan atraer a los mejores egresados del secundario; el resto de las escuelas tiene, de todas maneras, un público asegurado puesto que la demanda es muy elástica. Cuando las instituciones superiores compiten no lo hacen por precios, sino por calidad.

El tema de los recursos es también crucial. La tecnología educativa que se implementa o se quiere implementar con las reformas de la educación es una adaptación de modalidades exitosas en países industrializados. Esa tecnología es aplicada con bastante éxito en los colegios que gastan cifras por alumno similares a las que se gastan sus homólogos en los países avanzados (teniendo en cuenta las diferencias de precios relativos, principalmente en salarios de los docentes), pero es difícilmente adaptable a escuelas que disponen entre siete y doce veces menos recursos financieros que tales establecimientos. Para éstos el desafío es, nada fácil, encontrar tecnologías educativas tan eficientes como las de los países avanzados, cuyo costo se ajuste a los recursos disponibles. Algunos intentos de adaptación reúnen estas condiciones y son experiencias aplicables que señalan un camino innovativo posible; sin embargo, es probable que la innovación en esta área deba seguir caminos un tanto diferentes a los que ha seguido hasta ahora la innovación en el sector industrial, la cual ha sido principalmente adaptativa.

Cuando se analiza el tema de los recursos de la educación es común evaluar el monto del gasto comparándolo con el de países industrializados y la base de comparación es la proporción del PIB, o para ciertos análisis específicos, del gasto público en educación y formación. Esta cifra es muy engañosa para los análisis micro de la educación, en particular al analizar la tecnología educativa. A menudo se dice que debería gastarse alrededor de 5% del PIB en

educación, pero el 4% ó 5% del PIB en Alemania, Dinamarca o Japón se traduce en un gasto por estudiante varias veces superior al 5% del PIB en México, aun considerando las posibles diferencias regionales. Un indicador más próximo a los temas que nos interesan es el gasto por estudiante, que debe ser contrastado con el costo, por estudiante, de aplicar efectivamente las tecnologías educativas que se están utilizando en otros países o que se intenta aplicar; es decir, se trata del dilema elemental y cotidiano de quien se pregunta cuánto cuesta esto y si tengo plata para comprarlo.

Pero antes de entrar en el gasto en educación (gasto = consumo + inversión + desembolsos del Estado) hay que considerar, además de la contribución de ésta a la productividad, las otras ventajas de la educación y de la apropiación de sus beneficios económicos.

Los beneficios sociales de la educación, en particular los de la educación escolarizada, tienen por objeto facilitar la inserción del individuo como ciudadano (lo cual no se agota con su inserción laboral), permitirle un desarrollo de sus habilidades, un conocimiento de la cultura en que está inmerso, desarrollo de su personalidad, etc. Autores como Tedesco describen este desarrollo personal y de habilidades, adquisición de conocimientos, como equivalente al desarrollo de las habilidades básicas generales requeridas por las actividades productivas más modernas; vale decir, aprender a aprender, saber comunicación verbal y escrita, saber buscar información, saber la formulación y resolución de problemas, etc. Esto es así para el sector moderno de la economía y de la sociedad y es, probablemente, la orientación más aconsejable para este nivel de educación.

Esto replantea la pregunta anterior sobre qué hacer con los sectores que, sea a corto o mediano plazo, necesitan capacidades técnicas para sobrevivir en actividades tecnológicamente atrasadas más que una inserción en el sector moderno; los que tienen un desarrollo personal muy ligado al desempeño laboral y que necesitan aprender oficios antes que otra cosa. El problema no está resuelto, pero hay que tener una opinión sobre él.

La responsabilidad sobre la formación está muy ligada con propuestas que intentan ligar la educación a la actividad productiva. Es un tema central en el ámbito de la capacitación y educación técnica, pero también ha sido planteado en relación con las otras modalidades de la educación. El asunto fundamental es: si la inversión en educación genera un incremento de productividad, ¿éste va a utilidades, salarios o impuestos? Esto se traduce en interrogantes más específicas: si la educación general constituye la base para un aprendizaje especializado, necesario para un desempeño profesional eficien-

te, ¿quién se está apropiando de la inversión en educación general y quién la debe financiar?, y si la formación general es considerada un "bien público", ¿hay que diseñar políticas para que su distribución sea equitativa?, ¿qué incentivos existen o se pueden crear para la inversión privada en educación, formación profesional y capacitación?

La respuesta a estas preguntas y a las formuladas anteriormente involucra necesariamente la intervención estatal. La cuestión es saber dónde debe intervenir y con qué mecanismos. En la región, mediante reformas educativas y de la formación profesional se ha atacado estos problemas, al menos implícitamente, y ha habido también intentos más o menos exitosos de crear incentivos, especialmente en el ámbito de la formación profesional.

3 La enseñanza de las reformas de la educación

Si algo queremos aprender de experiencias reales conviene mirar las reformas de la educación en países de la región cuya disponibilidad de recursos es similar a la de Guadalajara, Jalisco, y a las de México en general. Las reformas de la educación en curso en la región latinoamericana pretenden reestructurar la gestión de los sistemas de formación, de su financiamiento y de las conexiones de éstos con la actividad productiva y la vida social. También pretenden que los beneficios de la educación alcancen a la mayor cantidad posible de individuos, y directa o indirectamente, a la producción y la sociedad. Esto implica, entre otras cosas, reorganizar la participación de beneficios y de costos entre el sector público y el privado, redefiniendo la injerencia de las instituciones y de los individuos.

En la región había prevalecido el patrón europeo en los contenidos, la gestión y el financiamiento de la educación, caracterizado por tener un fuerte componente estatal con una baja contribución directa individual, pero fuerte contribución social por medio de altos impuestos, no necesariamente específicos para educación, y sí específicos o incentivos fiscales para capacitación. La educación privada es irrelevante en este esquema, aun cuando siempre ha sido importante en la región; de poca trascendencia han sido también las políticas muy definidas de distribución igualitaria del ingreso, mucho más tímidas cuando han existido.

Las reformas tienden a acercarse al patrón norteamericano, llegando a veces, como es el caso de Chile, a disposiciones aún más radicales. Ese modelo observa un componente estatal para la educación escolar pero más moderado que el europeo, opera bajo la descentralización administrativa y considera un aporte privado variable, con una proporción importante de escuelas privadas muy gravitantes.

Las reformas educativas son una reacción positiva a los cambios en la economía y la sociedad. Hasta ahora, han partido de diagnósticos de la realidad de los sistemas de educación, destacando sus limitaciones para acompañar los otros procesos sociales, y han llamado la atención hacia problemas relevantes de organización, gestión, contenidos, cobertura y financiamiento. Sé que previo a todos los procesos de reforma se han elaborado estudios comparativos respecto de los sistemas de educación en otros países, lo que ha provisto de material y fuentes de referencia a los diseñadores y ejecutores de estas políticas. En muchos de ellos se ha puesto al día la currícula y los métodos de enseñanza, haciéndolos más acordes con los objetivos de formación propuestos. Sin embargo, los sistemas de educación tienen un peso específico, rigideces y dinámicas propias que no siempre van en la misma dirección que las reformas, lo cual ha sido muy difícil modificar. Los docentes constituyen un escollo importante, y el peso de la o las burocracias estatales, la falta de canales para la participación de las familias, y la falta de información oportuna y comprensible también operan en contra.

La mayoría de las soluciones propuestas por las reformas muestra inercias tales como seguir pautas prefijadas que, en ocasiones, no tienen en cuenta algunas condiciones reales. Por ejemplo, el objetivo de ampliar los años de escolaridad se hace siempre (con la excepción de Uruguay) con énfasis en la educación secundaria, tratando de retener a los estudiantes más tiempo en el sistema escolar en la etapa más barata, más fácil y con mayores efectos pedagógicos (estimulación temprana, sociales y eventualmente nutricionales con políticas complementarias en esta dirección), los cuales son más importantes en el mediano y largo plazos si se amplia el preescolar. En otro sentido, las reglamentaciones vigentes sobre quién puede enseñar, o la estructura de gestión que pueden tener las escuelas, dificultan la introducción de prácticas que podrían ser eficientes; ejemplo de esto son algunas de las dificultades que enfrentan los sistemas de alternancia, pues la adaptación de tecnologías exitosas en otros países se ven bloqueadas por las condiciones locales, haciendo estériles estos intentos.

Es indudable que algunas de las reformas ya introducidas o planeadas tienen o tendrán efectos positivos, tanto para la productividad cuanto para la equidad. Prolongar la escolaridad tiene efectos en el desempeño en el trabajo, aun cuando una población más educada desvaloriza el impacto social

de los diplomas; la descentralización facilita el diagnóstico y diseño de soluciones específicas, pero si las unidades administrativas no disponen de recursos, no pueden implementar las mejores soluciones. Si la descentralización está asociada con la recaudación y administración de recursos, los estados, municipalidades o provincias de más recursos implementarán políticas más efectivas que las de menores recursos. En sociedades con desigualdades sociales tan grandes la participación de los padres, propiciada por muchas reformas, acentuará la desigualdad si no hay políticas complementarias dirigidas a los sectores menos educados para incorporarlos a la gestión escolar. Si bien el perfeccionamiento docente incentiva el mejoramiento de la práctica escolar, puede tener efectos perversos al transformarse en sólo un mecanismo de ascenso en la carrera profesional de este gremio.

Otra dimensión de las reformas en curso es la simplificación excesiva de los problemas que pretenden resolver, y en consecuencia, de las soluciones propuestas; quizás esto suceda en la transformación de cualquier sistema, pero en este caso es imprescindible considerar la complejidad del aparato productivo, de la estructura social y mantenerse abierto a soluciones diversificadas, con metodologías no ortodoxas, teniendo siempre presentes las grandes diferencias en la población, las distintas demandas del aparato productivo y el gran abanico de posibles caminos de construcción o reforma de los sistemas.

Un análisis somero de las reformas de la educación media vigente deja ver que éstas han tomado, implícita o explícitamente, ciertas opciones o concepciones de desarrollo económico y de gestión:

- Diseño de modelos educativos difícilmente sustentables con los recursos, conocimientos y tecnologías disponibles.
- Una opción para acomodar los sistemas de educación al sector moderno de la economía, descuidando los otros sectores *(a partir de una base inadecuada, profesores, tradiciones etc.) (demandas del mercado del empleo son bastante más complejas).*
- Una división del trabajo entre los diferentes niveles educativos con una tendencia a concentrar la formación de habilidades básicas en todas las modalidades de la educación secundaria.
- Descentralización de la gestión de la educación, con variaciones en los diferentes países.

- Un mayor gasto en educación con un aporte estatal más alto, pero al mismo tiempo una contribución de los individuos mucho más importante que anteriormente.
- Intentos de encontrar fuentes adicionales de financiamiento para el proceso de reformas y eventualmente fuentes financieras alternativas más permanentes.
- Existen argumentos para pensar que el efecto de las reformas sobre la equidad será magro.

A pesar de todo, se pueden obtener enseñanzas de las reformas y acciones para mejorar la formación en sus distintas modalidades: escolar, universitaria, formación para el trabajo y capacitación. Éste es ya un capital acumulado que no conviene desperdiciar y que puede ser usado efectivamente mediante adaptaciones a situaciones específicas, como es la de Guadalajara.

4 Respuestas efectivas

Las respuestas que han sido efectivas son resultado de un uso eficiente de los instrumentos disponibles para formar, entrenar y capacitar. Esto implica, entre otras cosas, una habilidad de parte de los gobiernos, de los individuos y de las empresas para usarlos de la manera más apropiada para satisfacer sus necesidades. Como parte de los instrumentos de formación son del dominio público y caen bajo la responsabilidad de los gobiernos, la relación entre lo público y lo privado es un factor decisivo para que las diferentes instituciones y acciones de formación establezcan o no relaciones armoniosas. Se advierten diferentes tipos de relaciones entre ambos sectores que van de empresas que asumen todo el proceso formativo, desde la formación de habilidades básicas en la escuela secundaria hasta la especialización, hasta empresas que externalizan absolutamente todo el proceso de formación. Entre ambos extremos está la mayoría de las unidades productivas que buscan estructurar una combinación de acciones públicas y privadas, con predominio de unas u otras. No es conveniente tratar de establecer una clasificación que diga cuál de las estrategias es la mejor o cuál combinación de público y privado constituye la solución óptima. Sí es importante, no obstante, analizar algunas experiencias exitosas con el objeto de evaluar su efectividad. Para ello hay ciertos temas qué considerar, éstos son:

- el papel que se le atribuye al sistema de educación,
- el gasto en formación en particular en relación con la formación específica,
- los incentivos existentes para ampliar la cobertura de la formación,
- los factores de naturaleza didáctica que inciden en un mejor aprovechamiento de los recursos.

a) Relación con el sistema de educación formal. La educación formal o escolar en todos los países de la región es propiedad del Estado o está bajo su supervisión directa, tanto en materia de recursos cuanto de contenidos. Para cualquier proceso de reclutamiento y para cualquier proceso de preparación para el trabajo la calidad de la formación escolar y la cantidad de años que las personas hayan seguido estudios en ella es un factor decisivo. Todos los procesos formativos para el trabajo se apoyan en la escuela, en tanto que ésta es la referencia y punto de partida de cualquier acción en ese ámbito.

Las empresas hacen crecientes demandas de formación, y una formación básica de nueve años es exigida por empresas mexicanas que operan con tecnologías avanzadas, como son los casos de la siderúrgica Hylsa y de Siemens, eléctrica y electrónica; de ocho a nueve años piden también las industrias gráficas en Chile, y las industrias químicas en Brasil, sólo para citar algunos ejemplos. Los contenidos de esta demanda varían: por ejemplo, Mercedes Benz de México, industria ensambladora de camiones y por lo tanto de bajo nivel tecnológico, exige educación secundaria completa, siendo indiferente en cuál modalidad de secundaria hayan estudiado sus trabajadores. Con otras ensambladoras, como las que están en zona franca en la República Dominicana o en El Salvador, ocurre algo similar: no discriminan las modalidades educativas de los trabajadores que contratan y persiguen elevar el umbral mínimo de educación escolar que éstos deben poseer.

En muchas de estas empresas las exigencias educativas escolares han ido subiendo en la medida en que aumenta la cobertura del sistema de educación y la permanencia en él de una proporción creciente de la población; se trata de una oferta que crea su propia demanda. La cantidad de años de estudio demandados no es una variable que dependa del nivel tecnológico de las empresas en estos casos, sino de la oferta. Esto no quiere decir que el nivel tecnológico de estas empresas no genere demandas de formación en los trabajadores, sino que para operar este tipo de máquinas e instrumentos

no se necesitan conocimientos tales como los que imparte la secundaria completa.

Desde este punto de vista, la formación escolar secundaria completa no es funcional respecto del entrenamiento que las personas realizan al incorporarse en la producción, ni tampoco con la formación específica posterior. Por esa razón este tipo de empresas no hace énfasis en los contenidos que se han aprendido en la escuela, pues le es indiferente si los trabajadores han asistido a una escuela general o a una técnica. Sin embargo, la formación es funcional con el proceso de trabajo cuando los empleadores hacen notar que el mayor mérito de una escolaridad prolongada es que los trabajadores han aprendido disciplina, y todo lo que va con ello: trabajo en equipo, respeto a las cadenas de mando, comprensión de reglamentos e instrucciones, etc. La formación secundaria es equivalente en estas industrias a experiencias laborales prolongadas en la misma empresa, ya que prefieren reincorporar a trabajadores antiguos, quienes habían salido en etapas de recesión cuando hay expansiones de mercado.

Una percepción diferente tienen las empresas tecnológicamente más avanzadas, cuya tecnología no les facilita la organización flexible del trabajo. Se trata de las empresas que mantienen una diferenciación de oficios y especialidades, como son algunas de las actividades operativas en las siderúrgicas en México y Brasil, las automotrices que también fabrican partes y componentes, las químicas, las electrónicas, las gráficas, etc. Éstas sí ponen más atención a los contenidos de la enseñanza secundaria. La formación técnica es valorada por sus contenidos y los egresados de estas modalidades son preferidos sobre aquellos que han seguido una formación general. El proceso de aprendizaje en éstas es más complejo y las operaciones suponen una mayor comprensión de los principios que mueven las máquinas. Para comprender tales mecanismos y procedimientos de producción los operadores deben tener conocimientos específicos del área y son estas empresas las que colaboran en mayor medida con los sistemas de educación secundaria técnica. Algunas de ellas, como Siemens en México y Brasil, Volkswagen en México o las químicas y las gráficas en Chile, han establecido sistemas propios de formación escolar; lo establezcan o no, están más dispuestas a contribuir en el diseño de políticas para esta modalidad, recibir aprendices o sugerir cambios curriculares.

Las empresas que utilizan tecnologías avanzadas y tienen organizada la producción en forma flexible, se encuentran con un problema cuando tratan de satisfacer las demandas operativas. Éstas necesitan trabajadores con

una buena formación en habilidades básicas y precisan, al mismo tiempo, de personas con un buen conocimiento de los principios técnicos que emplea la firma; ni la formación general, ni las modalidades técnicas forman apropiadamente. Pero las empresas con organización flexible prefieren a los egresados de la formación general porque la formación que ellos tienen debería capacitarlos al menos para raciocinios lógicos. Las empresas con estas características deben compensar a menudo las deficiencias de formación básica que traen las personas, no tanto por falta de escolaridad, sino por la calidad de la enseñanza escolar. Esta situación no debe confundirse con la de otras empresas en la región, sin organización flexible, que también deben compensar deficiencias de educación básica, sobre todo de trabajadores antiguos, cuando hacen mejoramientos tecnológicos radicales.

Las empresas con organización flexible, entonces, hacen un uso más restringido del sistema de educación, en comparación con otro tipo de empresas. Empresarios en Chile, México y República Dominicana afirman que su objetivo es contratar personas con alguna formación técnica posterior a secundaria, ya que ésta les asegura la formación general temática que necesitan. En la práctica, son pocas las empresas que están en condiciones de pagar salarios suficientemente altos como para atraer masivamente a personas que reúnan estas características. Estas mismas empresas facilitan que sus trabajadores consigan dicha formación en el sistema escolar regular proporcionando becas, tiempo para asistir a clases, etc. El balance general para estas empresas es que no obtienen lo que esperan del sistema de educación, lo cual castiga su productividad y les lleva a incurrir en gastos adicionales; esto implica costos de inversión mayores a los que tienen sociedades donde esta formación es efectivamente asignada al sector público.

Las empresas pequeñas y medianas, la mayoría con tecnologías muchos años distantes de la frontera tecnológica, tienen una estructura operativa basada en oficios. En la actualidad confían en la oferta de la educación secundaria técnica para abastecerse de recursos humanos calificados. El sector que puede hacer mejor uso de esta oferta es precisamente el de estas empresas; dadas las características de la enseñanza en estas escuelas, de las técnicas allí enseñadas y de los hábitos de trabajo que forman, las secundarias técnicas son un apoyo para las PYME de la región. La pregunta que se plantea es si contribuyen efectivamente a mejorar la productividad de las empresas, si contribuyen a acelerar la innovación tecnológica o si contribuyen a mejorar los procesos productivos. Con la información disponible, que es incompleta, debe señalarse que no responden a tales expectativas, y que si bien las escue-

las técnicas proporcionan la fuerza de trabajo demandada por este tipo de empresas reduciéndoles eventuales costos, el impacto de esa reducción no es la mejor inversión, en definitiva, pues no tiene efectos multiplicadores en el mediano o largo plazos.

b) La formación en la empresa es una dimensión insustituible de toda formación para el trabajo, capacitación y, por definición, del entrenamiento, pues cualquier proceso de formación exitoso conlleva un periodo de condiciones de trabajo reales. Las empresas que consideran la formación como una inversión importante implementan esta etapa de la formación de manera organizada y la consideran en el presupuesto por que destinan recursos humanos y financieros para hacerla más eficiente. En otras se realiza esta actividad como un "mal necesario", y los costos son contabilizados como pérdida o como costo asociado a la contratación de trabajadores, ya que durante el primer periodo de trabajo éstos tienen una productividad menor a la media.

El otro tema importante en relación con los costos de la formación en la empresa es el divorcio entre formación y producción, que impide a las empresas estar preparadas para atender sistemáticamente a personas que se encuentran en un proceso de aprendizaje. El uso de instalaciones de la empresa y participar de un ambiente real de trabajo permite realizar esta formación con un costo muy inferior al que tiene recrear las condiciones de trabajo en un taller de escuela o instituto de formación. En toda la región hay un porcentaje importante de empresas que no manifiestan interés en participar en programas de formación, cuando no se trata de sus propios trabajadores. Con frecuencia ésta es una de las etapas más difíciles de todo intento de innovación en este ámbito.

c) El gasto en formación es variable, tanto de parte de las empresas como de los gobiernos. Las modalidades del gasto, estatal o privado, no siguen tampoco esquemas comunes en ninguno de los dos casos. Hay gobiernos que han optado por apuntalar esquemas de formación con una fuerte participación de organismos públicos, como es el caso de Colombia. México, que no había tenido organismos de formación estatales, ha fortalecido recientemente la participación gubernamental y la oferta de formación con la creación de organismos estatales; a esto se contrapone Chile, que ha desmantelado los organismos de capacitación estatal y está transfiriendo al sector privado tanta formación como sea posible, incluyendo a la formación técnica secun-

daria. La canalización de recursos es el mecanismo más usado para darle forma a los sistemas de capacitación, formación y entrenamiento.

La pregunta elemental aquí es quién debe hacer el gasto en educación. Hay consenso en que el esquema del "Estado docente" no puede ser aplicado una vez que la demanda por educación ha crecido a los niveles actuales; de ahí que uno de los temas de las reformas, tanto de secundaria como del grado universitario, sea de las fuentes de recursos.

En su dimensión de "bien público" no hay inconveniente en aceptar que el costo de la educación pueda ser pagado por el Estado, por medio de impuestos específicos (en el caso de la capacitación), incentivos fiscales, el presupuesto regular de la nación o de los estados o provincias. Cuando se plantea la apropiabilidad de los beneficios de la educación aparecen problemas no resueltos sobre la inversión en educación, los cuales están ligados a la distribución del ingreso en los países. Caben pocas dudas de que quienes se educan reciben beneficios, así como los empleadores, además de que existen beneficios sociales, así, una regla clara sería "paga quien recibe los beneficios", el problema técnico sería encontrar la manera de implementarla. El problema serio es que una buena cantidad de las empresas y la mayoría de los individuos o sus familias no disponen de recursos suficientes para invertir en capital humano, y si no se invierte, la sociedad verá amenazadas sus posibilidades de crecimiento económico.

Existen algunas iniciativas para generar recursos nuevos y muchas propuestas aún no implementadas: préstamos de los organismos internacionales, incentivos fiscales, impuestos específicos para algunos sectores de la educación (capacitación), privatización del sistema de educación en alguno de sus niveles (secundario y superior), pagarés, participación de empresas proporcionando infraestructura y conocimiento tecnológico, franquicias tributarias, pago de matrículas y/o aranceles, becas de estudio, y otros que probablemente se me escapen.

La discusión en torno a las diferentes políticas y propuestas en este ámbito ha tenido una fuerte carga ideológica; esto y tomar partido *a priori* ha dificultado analizar las bondades o maldades de cada una de estas iniciativas. Éste es un tema central en la definición de estrategias y políticas, no sólo porque es un problema de solución imprescindible, sino porque la manera como se le enfrente compromete toda la gestión y, eventualmente, la orientación de los sistemas de formación y la apropiación de sus beneficios.

Los gobiernos tienen dos opciones principales para canalizar recursos: estableciendo ellos mismos instituciones de formación como en Perú, Colombia,

etc., o subvencionando estas actividades para que sean implementadas por organismos privados o por las empresas mismas, reservándose el Estado un papel regulador en esos casos, orientador o de fuente de créditos para la formación. La mayoría de las subvenciones estatales en la región van hacia la oferta de formación, al apoyar, por diversos medios a los organismos que ofrecen capacitación o a las empresas mismas que hacen capacitación.

También hay subvenciones a la demanda, en implementación o en proyectos, como en Chile, Jamaica o la República Dominicana, entre otros. Las fuentes de ingresos para este gasto son los impuestos generales en la mayoría de los países, o por impuestos o levas específicas, generalmente una proporción de la nómina salarial que va de 0.75% en la República Dominicana a 3% en Jamaica. Sólo Chile ha experimentado una deducción impositiva de 1%.

La privatización de los sistemas de formación y la administración privada de los recursos que pone a disposición el Estado ha sido una discusión existente en la región desde los años setenta, y fue un tema central en las décadas de los años ochenta y noventa. Hoy día hay bastante consenso en la necesidad de una participación del sector privado en la atribución y administración de los fondos públicos para la formación, pero hay menos consenso sobre cuál es la manera más efectiva de hacerlo. También está en discusión si la fuente principal de financiamiento debe ser la estatal, o si ésta sólo debe cumplir algunas tareas específicas. Muchas empresas y muchos empresarios piensan que es el Estado quien debe entregar todos los recursos necesarios para esta actividad y limitan sus acciones de formación a los recursos que obtienen de los gobiernos. Hay otras empresas, generalmente las más dinámicas, que sin dejar de participar en esta discusión y sin dejar de buscar la mayor cantidad de beneficios estatales, toman iniciativas de formación considerando el aporte estatal como complementario y destinan recursos propios a veces cuantiosos.

Las modalidades de gasto privado más importantes, no tanto por los montos de recursos sino por la creatividad y efectividad que muestran son: la formación de alternancia dual o inspirada por ésta, las vinculadas a las transferencias de conocimientos en las cadenas productivas, acciones puntuales para resolver problemas específicos, y acciones de formación entreveradas con la organización de la producción.

El conjunto de experiencias realizadas en la región con formación de alternancia es muy diverso en materia de contenidos, métodos, maestros, tiempo en el trabajo y la escuela, sectores productivos, etc. De él se puede

obtener enseñanzas útiles cuya sistematización es hoy muy necesaria, sobre todo porque algunas de esas experiencias dejan ver que el método de alternancia puede utilizar de manera más eficiente los recursos para la formación para el trabajo, si es implementado durante la edad escolar.

La formación dual se ha implementado, en la mayoría de los casos, con una combinación de recursos públicos y privados. Cada uno de los sectores hace aportes en el área de su competencia: las empresas en el entrenamiento en el trabajo, y el sistema escolar en la formación general y específica. Se busca, aunque no siempre se consigue, una gestión conjunta y definiciones compartidas en contenidos curriculares; control del entrenamiento, certificación y exámenes; formación de los docentes para las actividades académicas y de los tutores para la supervisión en las actividades de formación que se realizan en el lugar de trabajo. Una excepción la constituyen formaciones duales de algunas empresas alemanas como Siemens, que se realizan y administran casi totalmente con recursos de la empresa. Son experiencias únicas y difícilmente replicables, por el volumen de los recursos disponibles, por la metodología y porque están anclados en experiencias acumuladas por las empresas en su casa matriz.

Pero hay otros ejemplos generados localmente, con o sin apoyo de la cooperación alemana, cuyos resultados son también satisfactorios y que sin duda pueden inspirar políticas y estrategias efectivas. En la mayoría de los países la formación de alternancia está en una fase experimental y restringida a unos pocos sectores. En Perú y República Dominicana, en cambio, es el principal método escogido por los organismos de capacitación estatales para formar y capacitar. Es en estos países donde se han ensayado combinaciones de actividades laborales y escolares con un fuerte predominio de las primeras; ahí el Estado ha comprometido grandes recursos de diversas maneras, que van desde el subsidio directo hasta la provisión de infraestructura, formación de docentes, orientación etc. La eficacia de tales estructuras de formación de alternancia merecen un estudio cuidadoso.

Las modalidades de formación inspiradas por la educación dual plantean preguntas y desafíos en diferentes ámbitos, todos implican asignaciones diferentes de recursos cuya consecución aseguraría alcanzar ciertos equilibrios. Entre estos hay que mencionar el que debe existir entre la formación en el trabajo y fuera de él; el que hay entre la libertad para innovar y formular planes y programas, y el papel regulatorio que conserva el Estado; el que debe alcanzar una educación masiva que al mismo tiempo tenga altos niveles de calidad.

En el tema de la asignación de recursos también son significativas las acciones puntuales para resolver problemas específicos. Éstas son generalmente una simple compra de servicios a instituciones especializadas ubicadas fuera de las empresas, lo que para la gran mayoría de las empresas, en especial para las pequeñas y medianas, es la más utilizada aun cuando no es totalmente satisfactoria. Los costos de gestión, información e intermediación son a menudo altos porque representan entre 15% y 20% del total del gasto en formación. Además, la currícula es diseñada sin participación de los técnicos que están en la producción, lo que implica que responden más a una noción teórica del puesto de trabajo que a satisfacer demandas específicas. Este tipo de formación logra mejores resultados cuando mantiene una relación estrecha entre diseño, gestión y actividades operativas, como sucede en una zona franca en la República Dominicana donde instituciones de formación trabajan íntimamente vinculadas con grandes empresas. En este último caso se trata de institutos de formación que celebran contratos de largo plazo con compañías que generan demandas permanentes de estos servicios y ocupan una alta proporción de la capacidad instalada de esas instituciones.

Las cadenas productivas, en especial aquellas que se han estructurado con tecnologías de punta y han externalizado actividades de ingeniería y servicios de posventa, entre otras las cadenas automotrices, transfieren conocimientos simultáneamente con las tecnologías. La subcontratación implica que la empresa central establezca un conjunto de especificaciones y un sistema de controles de calidad sobre las subcontratadas; ambos definen las tecnologías que deben utilizar estas últimas. Tales tecnologías pertenecen generalmente a la empresa central o deben subordinarse a la producción en ésta.

El conjunto de relaciones que se establece entre ambas empresas va orientando las decisiones estratégicas de las empresas proveedoras de insumos, entre las que se cuentan las decisiones de formación y capacitación. Así, cuando la tecnología que utiliza la empresa subcontratada es transferida desde la empresa central, también lo son los conocimientos de los trabajadores. En empresas como Hylsa (siderúrgica), Volkswagen o maquiladoras electrónicas (República Dominicana, México, etc.), la misma formación en las empresas subordinadas es implementada directamente por la empresa central. Es así como esta relación define el flujo de recursos internos de las empresas subcontratadas para la formación e incentiva además a las empresas centrales a orientar recursos hacia sus proveedoras.

Las experiencias de formación entreveradas con la producción, en el sentido de ligar la formación y capacitación a la producción como un componente permanente de las actividades operativas, son especialmente interesantes y merecen un estudio a profundidad. El ejemplo más representativo es el de la planta Volkswagen de Puebla, México. En ella dos dimensiones son centrales: una es la estructura de responsabilidad piramidal en toda la empresa, y la otra es la incorporación de los responsables a las actividades operativas mediante la formación. La estructura de mando de la empresa es, al mismo tiempo, un sistema de responsabilidades, esto quiere decir que quienquiera que ocupe puestos de mando (jefe de taller, jefe de producción, director de división, etc.) es responsable por el rendimiento de quienes están bajo su mando, y es además responsable de mantenerlos informados del funcionamiento de la planta y de las decisiones que se toman en los niveles superiores. Si algo en la unidad falla o no se cumple con los objetivos fijados, se responsabiliza al jefe por no haber detectado a tiempo aquello que impide el cumplimiento de metas.

Entre otras, el jefe debe ser capaz de detectar las deficiencias de conocimientos y de información de sus subordinados. Para esta detección cuenta con el apoyo de los responsables de formación, que pasan la mayor parte de su jornada laboral en los talleres ayudando a detectar necesidades e implementando acciones de formación. Esta manera de concebir la formación supone la disposición de la empresa a invertir en este rubro. En 1997 Volkswagen invirtió 4,500,000 de marcos en capacitación interna, a lo cual hay que sumar 1,500,000 millones en tiempo de los trabajadores. Utilizan, además, los programas estatales del CIMO cuando éstos ofrecen cursos de formación que responden a sus necesidades. La empresa cuenta con un centro de capacitación propio que se ocupa de la formación más específica; como parte del esquema de financiamiento de este centro venden servicios de formación a otras empresas, generalmente proveedoras o de servicio de posventa y de esta manera logran autofinanciar el centro en un 35%. Una dimensión interesante de esta estrategia de formación es que a menudo han logrado detectar que no todos los problemas de funcionamiento en la producción se resuelven con formación, sino que corresponde solucionarlos mejorando el clima organizacional en el taller.

Un caso especialmente interesante es el de empresas en sectores de punta, como el electrónico, que han ido formando gente en una primera etapa para después incentivar la generación de instituciones formadoras que capacitan en esas áreas. Como señala Dussel (1998):

> "Actualmente, existen instituciones con la posibilidad, tanto de capacitar fuerza de trabajo a nivel técnico medio como de diseñar y manufacturar circuitos integrados, diseños de sistemas y de circuitos impresos, entre otros productos electrónicos de alta complejidad. Estas experiencias reflejan que, por un lado, ya existen instituciones de alta calidad educativa y tecnológica y, como se propone, con un alto grado de difusión regional y nacional. Sin embargo, por el momento, estas instituciones no han recibido la debida atención tanto por instituciones gubernamentales como no gubernamentales. Sin lugar a dudas, este tipo de política requiere de fomento y de costos directos e indirectos, tanto de instituciones gubernamentales y no gubernamentales como de las empresas contratistas y proveedoras".

d) Los incentivos para ampliar la cobertura de la formación. Se ha ensayado diferentes incentivos en la región para interesar a empresarios y trabajadores en este tema. Para los trabajadores el incentivo más poderoso es, sin duda, el salario. Sin embargo, los experimentos de asociar salarios con formación no han sido totalmente exitosos. Una empresa vendedora de papel y servicios de imprenta en República Dominicana intentó introducir este tipo de incentivos, pero llevó a resultados poco satisfactorios en tanto que los aumentos de productividad así obtenidos eran menores y no compensaban los costos de formación ni los recurrentes aumentos de salarios. Éste puede ser un ejemplo de organizar formación cuyos contenidos no corresponden a la demanda efectiva de la producción. Más efectivo ha sido asociar carrera profesional dentro de la empresa con formación: en estos esquemas la formación, en cualquiera de sus modalidades (capacitación, entrenamiento, formación), es sólo uno de los factores que interviene para la promoción de las personas a mayores responsabilidades, y por ende, a mejores salarios. La capacitación y formación en estos casos está integrada a un conjunto de otros factores, tales como experiencia, desempeño, etc.

Más importante que los incentivos a las personas dentro de cada empresa es el problema de la falta de incentivos para las personas en el mercado del trabajo. El de los incentivos dentro de las empresas es un asunto que puede resolverse con reestructuraciones y políticas que han probado ser eficaces, es un problema básicamente de gestión. Sin embargo, las soluciones aplicadas en este contexto siempre están subordinadas a la oferta de movilidad ocupacional y salarial que puede existir en la firma, pero rara vez los incentivos efectivos al interior de una empresa incitan a las personas a buscar formación que trascienda el ámbito laboral actual. Los incentivos para formarse

operan con más efectividad sobre quienes no se han incorporado aún a labores productivas que sobre quienes ya están trabajando. Hay aquí un fenómeno de expectativas asociadas con formación.

Las razones que explican por qué los incentivos son efectivos sobre las personas antes de incorporarse en el mercado del trabajo y dejan de operar cuando estas mismas personas están en alguna actividad económica, son de diverso orden. Entre ellas cabe mencionar que una persona que no trabaja no se plantea la capacitación por los costos de oportunidad, lo cual sí está presente en un trabajador; el valor de mercado de una calificación es indefinido en tanto no existen sistemas de certificación de valor nacional, con la excepción de aquellos que son adquiridos en el sistema escolar, ni existe alguna otra forma de evaluación de conocimientos y habilidades aceptada socialmente. Otras razones son: un cierto "realismo" de los trabajadores, una vez que han tomado contacto con el mundo del trabajo, sobre el valor que los gerentes y jefes de operaciones le atribuyen a la formación y sobre el efecto que ésta tiene sobre sus condiciones laborales;[2] y que los costos directos de la formación y capacitación para los trabajadores son altos, lo que no es así para quienes están en edad escolar; esto contribuye a disuadir a los trabajadores para que inviertan en formación. Hipotéticamente se puede plantear, además, que la productividad marginal debida a mayores conocimientos o habilidades de los trabajadores no se refleja en salarios, lo que desmotiva a los trabajadores de invertir en formación, que es uno de los factores importantes para aumentar la propia productividad.

En México se ha buscado revertir esta situación con la creación de un sistema de certificación de competencias de valor nacional, el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (Conocer). Pero en la mayoría de los países se ha buscado más bien crear incentivos para que los empresarios capaciten a los trabajadores que emplean. Por ello se ha establecido una batería de subsidios directos e indirectos que buscan bajar los costos de la capacitación y el entrenamiento, e incentivar a los empresarios para

[2] El valor que los empresarios le atribuyen a la formación en todo cuestionario, declaración pública, entrevista, etc., es muy alto. Sin embargo, en la práctica de gestión muy pocos de ellos se ocupan activamente de mejorar la formación de sus trabajadores, de evaluar sus conocimientos efectivos o de crear incentivos para que éstos mejoren su nivel de formación. Por otra parte, con frecuencia los trabajadores esperan una mejora salarial después de terminar cualquier actividad estrictamente formativa; es común que esto no se cumpla y también tiene efectos disuasivos sobre los empresarios.

gastar más en formación. Los pocos estudios que se han hecho sobre la efectividad de estos subsidios para aumentar la demanda por formación muestran que su efecto ha sido el esperado, pero que tal repunte ha sido muy inferior a las necesidades de la economía. Por ejemplo, amplios sectores permanecen excluidos de estos incentivos estatales, en especial las pequeñas y medianas empresas en todos los países de la región; en algunos otros, como Chile y Jamaica, han sido excluidas las funciones operativas por privilegiar las administrativas y gerenciales.

Los incentivos son un tema sobre el que se ha avanzado, pero queda bastante por hacer. En otro documento (Agüero y Labarca, 1998) hemos analizado este problema con detalle y se ha formulado una propuesta para incentivar la inversión de los individuos en formación que incluye un estudio de factibilidad financiera (PrimAmerica Consultores, 1998). No existe un único incentivo posible, es un desafío descubrir otros que sean efectivos tanto para los individuos como para las empresas.

e) Los factores de naturaleza didáctica que inciden en un mejor aprovechamiento de los recursos. En el plano de las pedagogías también hay respuestas efectivas que son un buen punto de partida para desarrollos posteriores, y en primer lugar está la formación de alternancia. En la región, si no en todos los países, en la mayoría hay experiencias de educación de alternancia. El principio pedagógico básico es relativamente simple y ha sido utilizado ampliamente por la educación dual alemana, es el de combinar la formación escolar con el entrenamiento en lugares de trabajo. Al aplicarlo en la región han surgido un sinnúmero de versiones que tratan de tener en cuenta las condiciones locales. Algunas han sido muy exitosas aplicando un patrón educativo muy similar, si no igual, al de la educación dual alemana, como son las experiencias de Siemens, Volkswagen y Mercedes Benz en México, o las de escuelas patrocinadas por los industriales de imprentas y químicos en Chile, entre otras. Otras experiencias se han desviado de este modelo original, pero también con buenos resultados como la de la industria de muebles en República Dominicana y algunas especialidades en Perú. En éstas se constata que quienes siguen estas modalidades tienen empleos adecuados, baja rotación, son demandados por las empresas y sus niveles de productividad son buenos.

No obstante, existen iniciativas de alternancia que no muestran los mismos resultados, lo cual indica la falibilidad de la fórmula y que su implementación exitosa requiere ciertas condiciones no siempre posibles

de alcanzar, tales como una participación efectiva de las empresas, la formación de maestros docentes de escuela con un contacto directo con la industria, periodos de formación relativamente largos, dosificación equilibrada de tiempos entre escuela y trabajo, una orientación docente de la práctica y entrenamiento en el taller, etc. Con otras palabras, este modelo educativo es muy complejo y requiere un ajuste de todas sus partes para que sea efectivo.

Otro modelo pedagógico de interés para quien busca efectividad es el aplicado por Volkswagen en México pues ilustra algunas de las condiciones que debe tener una formación ajustada a las demandas reales de la producción. Los componentes que configuran esta modalidad son, entre otros, la definición de contenidos curriculares sobre la base de observaciones de las operaciones reales, efectuadas durante los procesos productivos por los mismos ejecutores de la formación; los métodos de enseñanza son activos y la mayoría de las actividades de capacitación se desarrollan en las instalaciones de la empresa misma. En esta empresa, como en Mercedes Benz y en otras que han aplicado opciones similares, se ha experimentado con métodos de enseñanza que les permiten dejar implícito el marco teórico de los contenidos, enfatizando la dimensión práctica de la formación y la capacitación. Si bien son docentes profesionales, los instructores invierten gran parte de su tiempo en las actividades operativas relevando información de los procesos y de las personas. Ellos trabajan, además, en estrecha colaboración con los responsables de las faenas. El volumen de conocimientos transmitidos está dosificado con base en las necesidades funcionales, garantizando que no haya carencias importantes de formación básica.

5 Políticas y acciones

A continuación se sugiere un conjunto de acciones como punto de partida para el diseño de políticas y estrategias para la educación considerando específicamente las condiciones de Guadalajara. Éstas son aplicables en la región y tienen en cuenta las restricciones y fortalezas locales.

- Creación de fondos compensatorios para la formación para el trabajo y la capacitación que aseguren la continuidad de las acciones en periodos recesivos o críticos.

- Instrumentación de sistemas de certificación de competencias que garanticen a empleados y empleadores el valor de los conocimientos y habilidades adquiridas, independientemente de la manera como éstos fueron adquiridos.
- Organización de la capacitación y definición de los contenidos de ésta teniendo en cuenta las diferencias sectoriales.
- Vinculación de las instituciones de formación y capacitación a entidades empresariales regionales y a gobiernos locales (municipal, regional, etcétera).
- Estructuración de los sistemas de formación con gran flexibilidad para que estén en condiciones de atender demandas cambiantes.
- Fomento de la participación de los trabajadores en las decisiones sobre formación, principalmente por medio de incentivos, acceso a decisiones sobre fondos públicos y definición de necesidades de formación.

Índice de referencias

Agüero, V. y G. Labarca (1998) "Fondo de capacitación y entrenamiento", Santiago CEPAL LC/R 1810

Dussel, E. (1998) "La subcontratación como proceso de aprendizaje: El caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa", Santiago, CEPAL, LC/R 1808

Dussel, E. (2000) "Conditions and Challenges of the Electronic Industry in Jalisco" en *El Mercado de Valores*, México, septiembre-octubre

PrimAmerica Consultores (1998) "Fondo de capacitación y entrenamiento, modelo operativo", Santiago, CEPAL LC/R. 1810

Sobre los autores

Michael H. Best. Investigador Asociado del Center for Industrial Competitiveness, University of Massachusetts Lowell y miembro asociado del Center for International Business and Management, Judge Institute, Cambridge University. Fue visitante en la Said School of Business, Oxford University, de 2002 a 2003. Sus más recientes publicaciones son *The New Competitive Advantage: The Renewal of American Industry* (Oxford University Press, 2001), *Transition in Malaysian Electronics* (monografía en coautoría con Rajah Rasiah, United Nations Industrial Development Organization, 2002), *The Capabilities Perspective: Advancing Industrial Competitiveness in Northern Ireland* (Nothern Ireland Economic Council, 2001).

Jorge Carrillo. Investigador del Departamento de Estudios Sociales en El Colegio de la Frontera Norte, México. Miembro del Sistema Nacional de Investigaciones y de la Academica Mexicana de Ciencias. Es Doctor en Sociología y sus temas de especialización son competitividad de las empresas, tecnología, mercados de trabajo, agrupamientos industriales e integración productiva. Tiene un particular interés en maquiladoras y en el sector automotriz y electrónico. Forma parte de comités internacionales de diversas asociaciones internacionales y nacionales como GERPISA y AMET, así como de los comités editoriales de importantes revistas nacionales e internaciones. Es autor de varios libros, entre los que sobresalen *Cars, Carriers of regionalism?* (2004), *La industria maquiladora mexicana. Aprendizaje tecnológico, impacto regional y entornos institucionales* (2004), *Aglomeraciones locales o clusters globales*

(2000), *Competitividad y mercado de trabajo en México* (1999), *Rotación de personal en las maquiladoras de exportación* (1993; 2001, 2a. ed.), *Condiciones de empleo y capacitación en las maquiladoras de exportación en México* (1993; 2001, 2a. ed.), *La nueva era de la industria automotriz* (1990), *Mujeres fronterizas en la industria maquiladora* (1985).

Óscar F. Contreras. Doctor en Sociología por El Colegio de México. Se desempeña como profesor-investigador en El Colegio de Sonora y director del Doctorado en Ciencias Sociales de la misma institución. Ha sido profesor visitante en el Departamento de Sociología de la Universidad de Warwick, Reino Unido, y en el Center for U.S.-Mexican Studies de la Universidad de California en San Diego. Es autor o editor de seis libros y autor o coautor de más de 50 artículos. Sus libros más recientes incluyen *Empresas globales, actores locales. Producción flexible y aprendizaje industrial en las maquiladoras* (El Colegio de México, 2000), *Internet y desarrollo regional* con Lucía Castro (El Colegio de Sonora, 2001), y *Hecho en Norteamérica. Cinco estudios sobre la integración industrial de México en América del Norte* (con Jorge Carrillo, Cal y Arena, 2003). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 2 y de la Academia Mexicana de Ciencias.

Enrique Dussel Peters. Realizó sus estudios de Licenciatura y Maestría en la Facultad de Ciencias Políticas de la Universidad Libre de Berlín, y de Doctorado en Economía en la Universidad de Notre Dame, en 1996. Desde 1993 trabaja como profesor de tiempo completo en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel 3. Es autor de obras como: *Polarizing Mexico* (2000). *The Impact of Liberalization Strategy* (Lynne Rienner Publishers, 2001), *Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México* (CEPAL-Canacintra-Jus, 2001), *Territorio y competitividad en la agroindustria en México. Condiciones y propuestas de política para los clusters del limón mexicano en Colima y la piña en Veracruz* (CEPAL-Secretaría de Economía-Universidad de Colima-Municipio de Isla-Plaza y Valdés (2003). http://www.dusselpeters.com.

Dieter Ernst. *Senior fellow* y coordinador de estudios económicos en el East-West Center. Es también profesor investigador en el Center of Technology and Innovation (TIK) en la University of Oslo. Presta sus servicios en el Committee on Information Technology and International Cooperation (ITIC) del U.S. Social Science Reseach Council. El Dr. Ernst ha publicado numerosos libros y artículos en las principales publicaciones especilizadas en tecnología de la información, globalización y crecimiento económico. Ha publicado obras como *International Production Networks in Asia. Rivalry or Riches?* (Routledge, 2000) y *Technological Capabilities and Export Success-Lessons from East Asia* (Routledge Press, 1998). Sus ensayos más recientes han sido incluidos en obras colectivas, como "Global Production Networks and Industrial Upgrading-Malaysia's Electronics Industry", en Kidd y Richter (eds.) *Trust and Anti-Trust in Cross-Cultural Alliances* (editado para el World Economic Forum, Palgrave, 2003).

Guillermo Labarca Goetz. Doctor en Desarrollo Económico en la Universidad de París. Actualmente es Experto senior en Recursos Humanos y Capacitación de la CEPAL. Durante los últimos cinco años ha dirigido un proyecto sobre Formación y Empresa en ocho países de América Latina y el Caribe. Ha sido profesor titular de la Universidad de Ámsterdam y de la Universidad de Chile, profesor visitante en el Centro Brasileño de Planificación (Cebrap) y en el Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE). Ha publicado siete libros sobre economía y educación y una gran cantidad de artículos en revistas científicas y de divulgación.

Adrián de León Arias. Profesor investigador de la Universidad de Guadalajara, es Doctor en Economía por la Universidad de Notre Dame, Estados Unidos. Especialista en economía internacional y crecimiento económico regional, en particular del Occidente de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Boy Lüthje. Nació en 1959; *es Privatdozent* del Department of Social Sciences University de Frankfurt. Se desempeña en áreas de investigación como economía política de la producción y la innovación, división internacional del trabajo y relaciones industriales, en particular de Estados Unidos y Alemania. Participó como investigador en los *IfS-projects* "Transnational Contract Manufacturing in the IT-industry" y "New Models of Production and International Division of Labor in the Electronics Industry". Es *Labor Educator* para sindicatos de Alemania en la industria de la información y la comunicación.

Pedro Moreno Badajós. Nacido en la ciudad de Guadalajara, es egresado de la Licenciatura en Sociología con especialización en estudios urbano-industriales por la Universidad de Guadalajara (2001). Se desempeña como

asistente de investigación de la Dra. Raquel Partida Rocha en el desarrollo de los proyectos "Los retos del crecimiento en la industria electrónica" y "El impacto de la globalización económica en la industria electrónica de Jalisco" Actualmente es Jefe de la Unidad de Bibliotecas del Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara.

Juan José Palacios Lara. Doctor en Planificación Regional por la Universidad de Cornell y Maestro en Economía por la Universidad de Colorado en Boulder. Es Profesor de Desarrollo Regional en el Doctorado en Ciencias Sociales y de Economía en el Departamento de Estudios Políticos de la Universidad de Guadalajara. Es miembro del Registro Conacyt de Evaluadores Acreditados (RCEA) de proyectos de investigación y posgrados de excelencia, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel 2, del que ha formado parte desde 1987. Asimismo, es miembro del Consejo Mexicano de Asuntos Internacionales (CMAI), del Consejo Asesor del Information and Communications Technologies for Business Program (ICT4BUS) del Banco Interamericano de Desarrollo, con sede Washington, D.C., y del International Steering Committee de la Pacific Trade and Development Conference (Paftad). Actualmente coordina el Programa de Estudios Transnacionales del propio Departamento de Estudios Políticos.

Raquel Edith Partida Rocha. Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Guadalajara/CIESAS Occidente. Profesora en el Doctorado en Ciencias Sociales y en el Doctorado en Educación de la Universidad de Guadalajara. Actualmente está adscrita al Departamento de Estudios Socio-Urbanos del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara, institución de la que ha sido docente durante 22 años. Es responsable de los proyectos "El impacto de la globalización económica en la industria electrónica de Jalisco" y "Los retos del crecimiento en la industria electrónica. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. Es fundadora de la Asociación Mexicana de Estudios del Trabajo (AMET), pertenece a la Academia Mexicana de las Ciencias, es miembro de la Asociación Latinoamericana de Sociología del Trabajo (Alast), y ha sido miembro de Latin American Sociology (LASA, 1997-2004) y de la Asociación Latinoamericana de Sociología (Alas, 2001-2003).

María Isabel Rivera Vargas. Doctora en Sociología de la Educación por la Universidad del Estado de Nueva York (2000). Desde 1992 es profesora

investigadora de tiempo completo en la División de Estudios de la Cultura de Ciencias Sociales y Humanidades y en el 2001 se incorporó como profesora al Doctorado de Estudios Económicos y de Negocios del Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Entre sus publicaciones se encuentra un libro publicado por la editorial inglesa Routledge-Farland en 2002: *Technology Transfer Via University-Industry Relationship: The case of the foreign high technology electronics industry in Mexico's Silicon Valley.* Es evaluador externo del Conacyt y miembro del Consejo de Dictaminación de la *Revista Problemas del Desarrollo* de la UNAM.

Condiciones y retos de la electrónica en México

se terminó de imprimir en noviembre de 2004
en los talleres de Servicios Editoriales 6Ns, S.A. de C.V.
1a. Cerrada de Avenida Cinco No. 9, Tel. 5581-11-13
09070 México, D.F.

La edición consta de 1,000 ejemplares

Normalización y Certificación Electrónica, A.C., NYCE, es una asociación civil sin fines de lucro, creada en 1994 por un grupo de empresas líderes de los sectores electrónico, de telecomunicaciones y tecnologías de la información de México, con el propósito de llevar a cabo actividades de normalización y evaluación de la conformidad, para lo cual está acreditada y aprobada por las instancias competentes.

NYCE forma parte del Sistema Mexicano de Metrología Normalización y Evaluación de la Conformidad, Sismenec, el cual está integrado por organizaciones de tercera parte de normalización, certificación de producto, certificación de sistemas, certificación de personas, verificación, pruebas, metrología y acreditación; así como por las dependencias que conforme a la propia Ley Federal sobre Metrología y Normalización, deben abocarse a estos aspectos.

NYCE es una organización certificada en ISO 9001:2000. Obtuvo en los años 2003 y 2004 el Premio a la Ética y los Valores en la Industria otorgado por Concamin y Funtec.